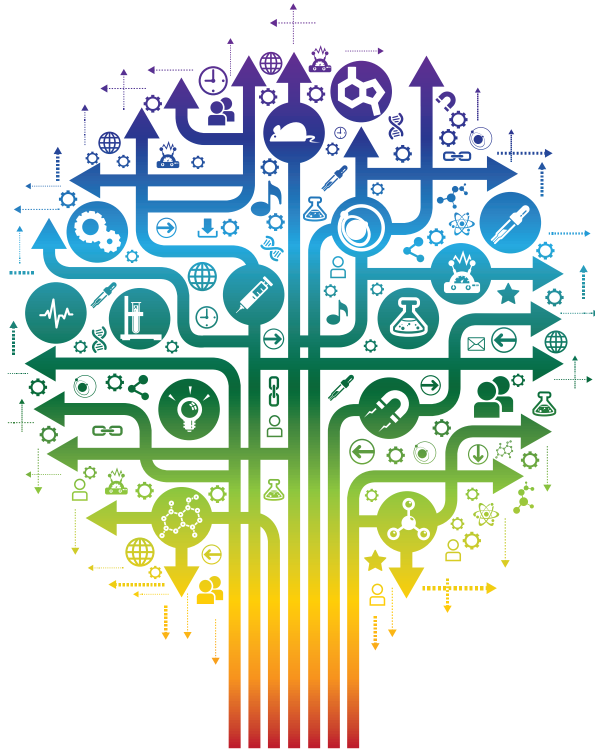


중학교

과학 2

(주)지학사

이 책의 구성과 특징

단원 소개



◀ 대단원

이 단원에서 배울 내용을 예시하고, 단원과 관련된 과학자를 소개하여 흥미를 가지고 단원을 시작하도록 하였습니다.



중단원 ▶

중단원 내용과 관련된 다양한 사진과 설명을 함께 제시하여 단원에 대한 이해를 높이도록 하였습니다.

스토리텔링



◀ 스토리텔링 소단원(주제) 전개

생활 속에서 경험할 수 있는 다양한 현상들을 사례와 함께 제시하였고, 이야기식 전개로 학습 내용을 이해하기 쉽게 구성하였습니다.



탐구 ▶

사진과 함께 제시된 각 과정을 꼼꼼하게 살펴보고 직접 탐구하면서 핵심이 되는 개념을 정확하게 파악하도록 하였습니다. 본 탐구 활동을 이해하는 데 도움이 되는 미니 탐구와 발전된 탐구를 통해 문제 해결력을 높였습니다.

재미있는 학습



◀ STEAM

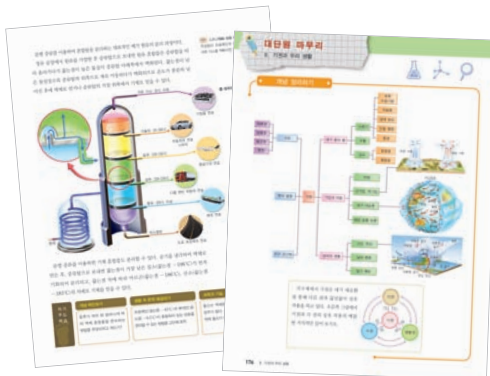
과학은 기술, 공학, 예술, 수학 등의 분야와도 긴밀한 관계를 가지므로 과학의 원리를 실생활 및 다양한 분야에 융합적으로 접근할 수 있도록 구성하였습니다. 또한 과학과 관련된 직업 및 단체, 연구소 등을 소개하여 미래의 과학 관련 진로 계획에 도움이 되도록 하였으며, 과학적인 글쓰기를 통한 창의·인성 계발과 향상에도 도움이 되도록 하였습니다.



풍부한 흥미 요소 ▶

수학 적용하기, 과학 자료실, 클릭! 그때 그 사건, 이미지 사이언스 등 흥미를 유발하고, 호기심을 해결할 수 있는 재미있는 요소들을 곳곳에 제공하여 지루하지 않고 집중도 높은 학습이 이루어지도록 하였습니다.

스스로 학습



◀ 자기 주도 학습

학습한 내용을 소단원별로 개념 확인하기→문제 해결하기→과학과 기술(사회, 생활) 연관 짓기 등을 통해 단계적으로 정리하고, 개념 정리하기를 통해 통합적인 시각에서 정리를 할 수 있도록 하였습니다.



마무리 문제 ▶

다양한 평가 문항을 통해 문제 해결력을 기를 수 있도록 하였고, 실생활과 관련된 과학적 현상에 대하여 탐구적으로 접근할 수 있는 길잡이 역할을 하였습니다. 또한 창의·인성 함양에도 도움이 되도록 하였습니다.

차 / 례 /



I 물질의 구성

II 빛과 파동





III 기권과 우리 생활

1 기권의 구조와 특징

2 기권의 변화



IV 소화 · 순환 · 호흡 · 배설

1 소화와 순환

2 호흡과 배설





V 물질의 특성

1 여러 가지 물질의 특성

2 혼합물의 분리





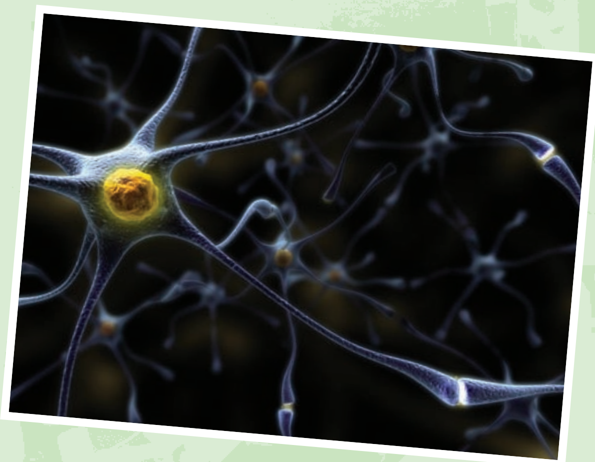
VI 일과 에너지 전환

1 일과 역학적 에너지

2 에너지 전환

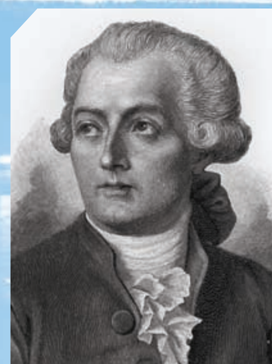


VII 자극과 반응



부록

라부아지에(Lavoisier, A. L. ; 1743 ~1794)



프랑스 파리에서 태어난 라부아지에는 변호사인 아버지의 영향으로 법학을 공부하여 1768년에 세금 징수원이 되었다. 그러나 자연 과학에 관심이 많아서 같은 해에 과학 아카데미 회원이 되었다.

1784년에 물을 분해하여 수소와 산소를 분리해 내고, 다시 수소와 산소로부터 물을 합성하여 물이 원소가 아닌 두 가지 원소의 화합물임을 밝혀내었다. 그리고 원소의 개념을 화학적으로 분해되지 않는 물질로 재정립하였다.

라부아지에의 중요한 업적 중 하나는 연소 이론이다. 그의 연소 이론은 호흡, 발효, 부패 등 산소와 관련된 여러 가지 현상을 설명할 수 있었으며, 산과 염기, 염 등의 발견을 촉진하였다.



I 물질의 구성

❖ 이 단원에서는

불꽃 축제에서는 여러 가지 색깔의 화려한 불꽃을 볼 수 있다. 불꽃색이 다르게 나타나는 이유는 화약에 사용되는 금속 원소의 종류가 다르기 때문이다.

원소는 원자와 비슷하면서도 서로 다른 정의를 가지고 있다. 이 단원에서는 원소가 물질을 이루는 근본임을 이해하고, 원소 기호를 사용하여 원소와 간단한 화합물을 나타내어 보자. 그리고 물질을 구성하는 입자로서의 원자를 이해하고, 원자로부터 이온이 형성됨을 알아보자.

1

» 중단원 미리 보기

원소와 원자

물질을 이루는 원소

의자, 나무, 돌, 풀 등의 물질들은 각각 어떤 원소로 이루어져 있을까?

물, 불, 흙, 공기 등 모든 물질은 원소로 이루어져 있다. 원소는 간단히 원소 기호로 나타낼 수 있고, 불꽃 반응으로 금속 원소의 종류를 구별할 수 있다. 성분으로서의 원소와는 다르게 원자는 물질을 구성하는 입자로서의 의미를 가진다. 원소와 원자는 어떻게 다를까?



폭죽의 불꽃색

폭죽은 어떤 금속 원소를 포함하고 있는지에 따라 다양한 불꽃색을 나타낸다. 금속 원소의 종류에 따라 불꽃색은 어떻게 다를까?



비눗방울의 크기

비눗방울은 크게 불면 얇아지다가 결국 터져 버린다. 이것은 원자와 어떤 관계가 있을까?

1-1 원소



학습 목표

- 모든 물질은 원소로 이루어져 있음을 설명할 수 있다.
- 주변 물질에 포함된 원소들을 찾을 수 있다.

산과 들, 폭포, 하늘 등을 보면서 자연의 아름다움과 신비함을 느낄 때가 있다. 우리 주변의 물질들은 과연 무엇으로 이루어져 있을까?

고대 그리스의 학자들은 세상의 물질들이 무엇으로 이루어져 있는지 궁금해하였다. 눈에 보이는 대로 물은 그냥 물이고 흙은 그냥 흙이라고 할 수도 있으나, 고대 학자들은 물질의 기본 성분에 대해 여러 가지 생각과 의견을 가지고 있었다.

그림 Ⅰ-1 원소에 대한 고대 학자들의 물질관





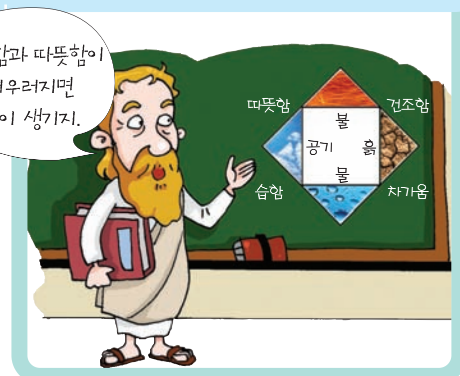
탈레스(?B.C. 640～?B.C. 546)는 모든 물질의 근원이 되는 원소는 물이라고 주장하였다.

엠페도클레스(?B.C. 490～?B.C. 430)는 불, 물, 공기, 흙의 네 가지 원소가 조금씩 혼합되어 물질을 구성한다고 생각하였다.

데모크리토스(?B.C. 460～?B.C. 370)는 세상의 모든 물질들을 계속 쪼개어 나가면 결국에는 더 이상 쪼갤 수 없는 입자가 남는다고 생각하였다.

아리스토텔레스(B.C. 384～B.C. 322)는 엠페도클레스의 4원소설을 보완하여 따뜻함, 차가움, 습함, 건조함의 네 가지 성질이 어우러져 다른 원소로 변환될 수 있음을 주장하였다.





엠페도클레스의 4원소설
아리스토텔레스가 동의하고 보완함으로써 중세 시대 사람들에게 자연스럽게 사실로 받아들여졌다.

한편, 중세의 연금술사들은 원소 변환설을 근거로 원소의 비율만 맞으면 철이나 납과 같은 금속으로 금을 만들어 낼 수 있다고 생각하였다. 이들은 여러 가지 실험을 통해 금을 만들기 위해 노력하였지만 금을 만들 수는 없었다. 연금술의 기본 생각은 잘못된 것이었으나 실험 과정에서 여러 가지 실험 기구와 알코올, 인, 황산, 질산 등의 물질을 발견하여 화학 발전에 기여하였다.


그림 Ⅰ-2 연금술사


도서관 속 과학 세상

연금술에 대한 도서를 읽고, 연금술에 영향을 미친 물질관과 연금술사들이 과학의 발전에 공헌한 것은 무엇인지 좀 더 조사해 보자.


보일(Boyle, R. ; 1627~1691)
현대의 원소 개념을 처음으로 제시하였고, 화학에 실험 방법과 입자 철학을 도입하여 화학의 아버지라고 불린다.


엠페도클레스의 4원소설을 수정하고 보완한 학자는 누구인가?

원소 개념의 성립

철학적 사고를 바탕으로 한 고대 그리스 학자들의 물질관과는 달리 물질의 기본 성분에 대한 여러 가지 물질관은 17세기에 들어서면서 변화가 생겼다.

아리스토텔레스나 연금술사 등의 추상적 물질관에 대해 비판 의식을 가지고 있었던 영국의 화학자 보일은 실험 과학을 강조하였다. 그는 공기를 압축하는 실험과 진공을 만드는 실험을 하여 공기의 대부분이 빈 공간이며, 물질은 눈에 보이지 않는 작은 입자들로 구성되어 있다고 설명하였다. 이때 처음으로 원소에 대해 '더 이상 간단한 물질로 나누어지지 않는 기본 물질'이라고 정의하였다. 그러나 어떤 물질이 원소인지 아닌지는 분명히 밝히지 못하였다.


그림 Ⅰ-3 공기 펌프_ 보일은 이 장치로 공기에 대한 여러 가지 실험을 하였다.

과학 자료실 — 과학사의 우연한 발견

해리포터가 악당 볼드모트를 물리칠 때 마법의 힘을 얻은 '마법사의 돌'처럼 연금술사들은 금을 만드는 데 핵심이 되는 '현자의 돌'이 있을 것이라고 생각하였다. 연금술이 오랜 세월에 거쳐 발전해 온 결과 금과 비슷한 물질을 만들기도 하였는데, 이것은 금을 만들기 위한 과정에서 발견된 물질들이다. 현재 금색 페인트의 원료로 쓰이는 황화 주석이나 구리에 비소를 섞은 합금은 금의 색과 비슷하여 당시 많은 사람들을 놀라게 하였다.

한편, 공기와 관련된 실험을 많이 했던 보일은 실험 과정에서 기체의 부피와 압력이 반비례한다는 사실을 발견하여 보일 법칙을 발표하였다. 이와 같이 과학사에서는 우연처럼 여겨지는 발견이나 법칙들이 많은데, 이것은 수많은 실험과 노력에서 비롯된 결과이다.


해리포터의 '마법사의 돌'

화합물
두 가지 이상의 원소가 결합하여 본래의 성질을 잃어버리고 만들어진 새로운 물질이다.

그 후 라부아지에는 긴 주철관을 벽화로 속으로 통과시켜 달군 다음 한쪽 끝에서 물을 붓고 반대쪽에서는 냉각수를 지나게 하여 수소 기체를 얻었다. 이 실험을 통해 물이 원소가 아닌 화합물임을 밝혀내었다. 그리고 물 분해 실험에서 얻은 수소와 다른 방법을 통해 얻은 산소의 혼합물에 전기 불꽃을 일으켜 물을 합성함으로써 물은 수소와 산소로 이루어진 물질임을 증명하였다. 이로써 오랫동안 받아들여졌던 아리스토텔레스의 4원소설은 옳지 않다는 것이 밝혀졌다.



그림 Ⅰ-4 라부아지에의 물 분해 실험

스스로 해결하기
라부아지에는 실험을 통해 더 이상 분해할 수 없는 물질을 (　　　)라고 정의하였다.

라부아지에는 실험을 통해 **원소**를 '더 이상 분해되지 않는 물질'로 정의하였고, 이것은 오늘날까지 원소의 개념으로 사용되고 있다. 라부아지에는 실험 결과로부터 33종의 원소를 정리하여 발표하였다. 그러나 분류 Ⅰ의 빛과 열, 분류 Ⅳ의 물질들은 원소가 아니다. 분류 Ⅳ의 물질들은 당시의 실험 방법으로는 더 이상 분해할 수 없었기 때문에 원소로 분류하였지만, 나중에 원소가 아님이 밝혀졌다.

라부아지에의 원소 분류

분류	원소의 특징	원소
Ⅰ	동식물 및 광물계에 포함된 원소이며, 기체에 해당한다.	빛, 열, 수소, 산소, 질소
Ⅱ	산화되어 산을 만드는 원소이며, 비금속 원소에 해당한다.	황, 인, 탄소, 염소, 플루오린, 붕소
Ⅲ	산화되어 염기를 만드는 원소이며, 금속 원소에 해당한다.	안티모니, 은, 비소, 비스무트, 코발트, 구리, 주석, 철, 망가니즈, 수은, 몰리브덴, 니켈, 금, 백금, 납, 텅스텐, 아연
Ⅳ	염을 만드는 원소이며, 산화물에 해당하는 화합물이다.	생석회(산화 칼슘), 마그네시아(산화 마그네슘), 알루미나(산화 알루미늄), 바라이트(황산 바륨), 실리카(이산화 규소)

물질을 이루는 원소

생물들이 살아가는 데 필요한 물과 공기, 우리 생활에 필요한 집이나 옷, 음식 등과 같이 우리 주위에 있는 모든 물질들은 각각 그 물질의 기본 성분인 원소로 이루어져 있다.

대표 물질인 물을 전기 분해해 보면, 물이 어떤 원소로 이루어져 있는지 알 수 있다. 약간의 수산화 나트륨을 녹인 물을 전기 분해 장치에 넣고 전류를 흘려주면 양쪽 유리관에서 모두 기체가 발생한다. 이때 (−)극 쪽의 유리관 끝에 불꽃을 대고 콕을 열면 '펑' 하는 소리가 나면서 불꽃이 확 타오르는데, 이것은 (−)극에서 수소 기체가 생성되기 때문이다. 그리고 (+)극 쪽의 유리관 끝에 꺼져 가던 불씨를 대고 콕을 열면 불씨가 불꽃을 내면서 타는데, 이것은 (+)극에서 산소 기체가 생성되기 때문이다.

수산화 나트륨
순수한 물은 전기가 통하지 않기 때문에 수산화 나트륨을 물에 녹여 전기가 통하게 한다.

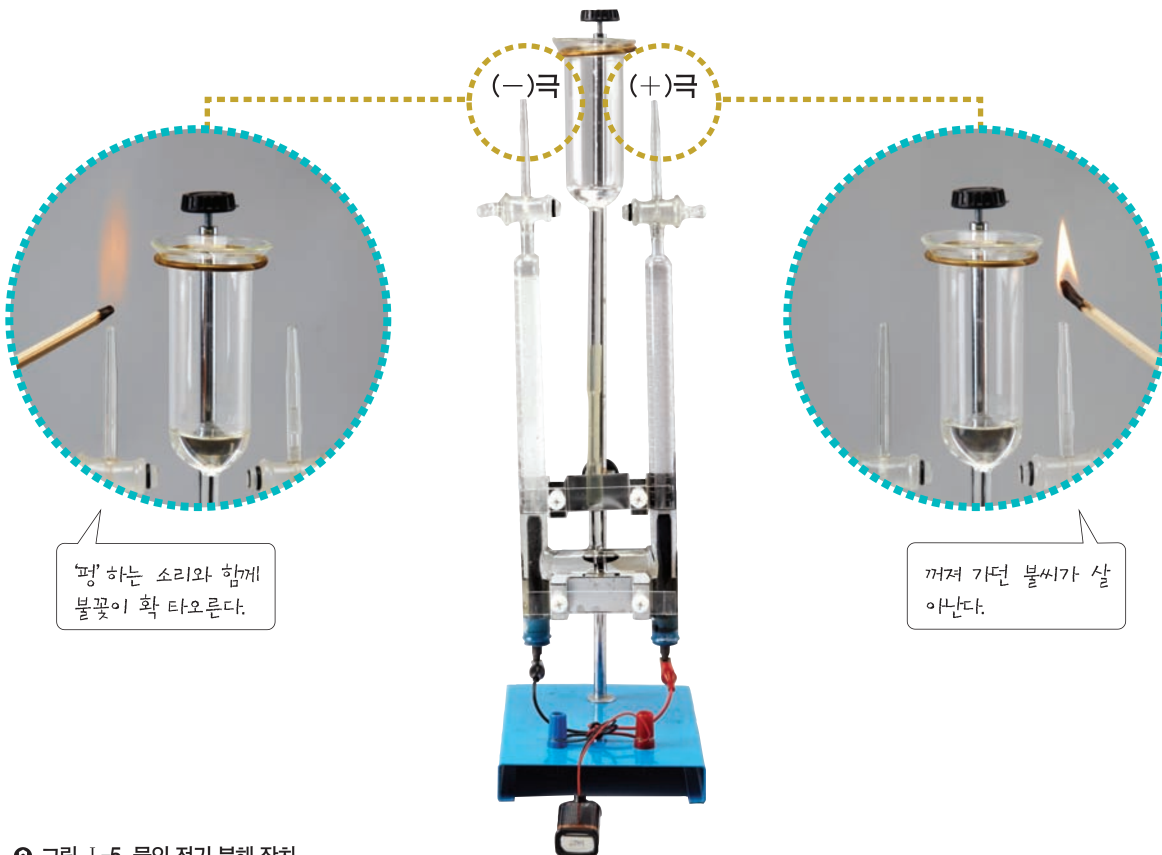


그림 Ⅰ-5 물의 전기 분해 장치

물은 수소 기체와 산소 기체로 나누어지기 때문에 원소가 아니지만, 수소 기체와 산소 기체는 한 가지 원소로 이루어져 있어서 더 이상 다른 성분으로 분해되지 않는다.



물을 이루고 있는 원소의 종류를 써 보자.

한 가지 원소로 이루어진 물질에는 금, 은, 알루미늄, 수은, 황 등이 있고, 두 가지 이상의 원소로 이루어진 물질을 화합물이라고 하며, 화합물에는 염화 나트륨, 물, 에탄올, 이산화 탄소 등이 있다. 물을 분해하면 수소와 산소로 나누어지는 것처럼 두 가지 이상의 원소로 이루어진 물질을 분해하면 성분 원소를 얻을 수 있다.



은반지 | 알루미늄으로 만든 일회용 그릇 | 수은 온도계

그림 Ⅰ-6 한 가지 원소로 이루어진 물질



염화 나트륨_ 나트륨과 염소로 이루어져 있다. **에탄올**_ 수소, 탄소, 산소로 이루어져 있다. **이산화 탄소**_ 탄소와 산소로 이루어져 있다.

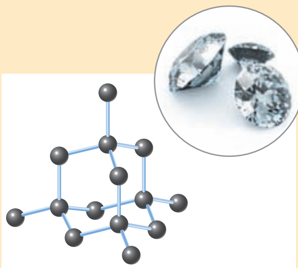
그림 Ⅰ-7 두 가지 이상의 원소로 이루어진 물질

과학 자료실 - 탄소로만 이루어진 여러 가지 물질

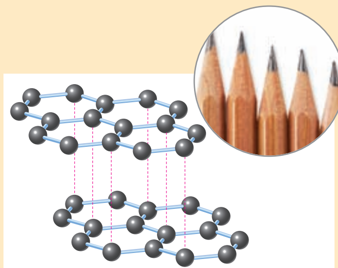


다이아몬드, 흑연, 풀러렌, 탄소 나노튜브는 모두 탄소(C)로만 이루어진 물질이다. 그러나 이들은 구조가 서로 달라서 성질도 다르다. 이와 같은 물질의 관계를 '동소체'라고 한다.

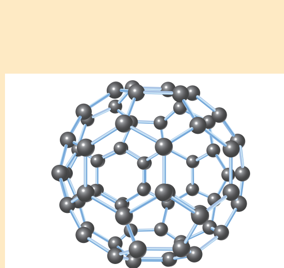
이 중 축구공 모양의 풀러렌은 1985년에 흑연 조각에 레이저를 쏘았을 때에 남아 있는 그을음에서 발견되었다. 그리고 관 모양의 탄소 나노튜브는 1991년에 전기 방전으로 만든 탄소 덩어리를 전자 현미경으로 분석하는 과정에서 발견되었다. 풀러렌과 탄소 나노튜브는 다양한 분야에서 그 용도가 계속 연구되고 있는 새로운 물질이다.



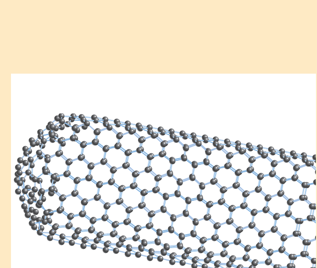
다이아몬드



흑연



풀러렌

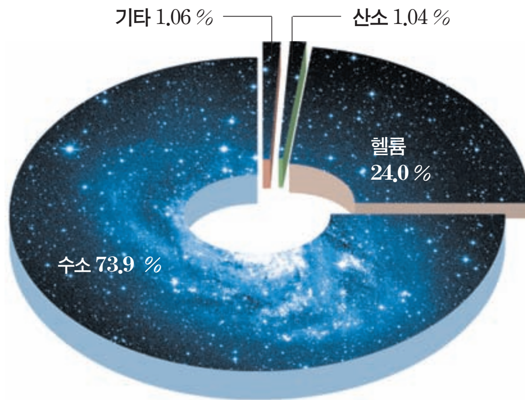


탄소 나노튜브

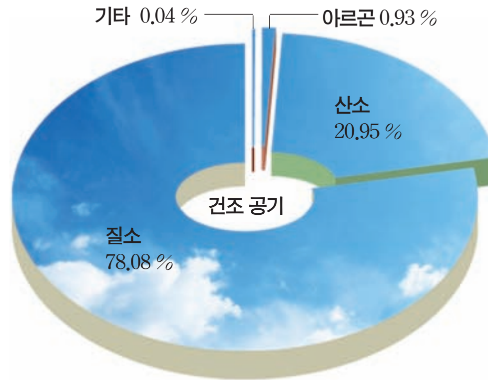
원소의 분포와 종류

우리 주변에는 어떤 원소들이 얼마나 있을까?

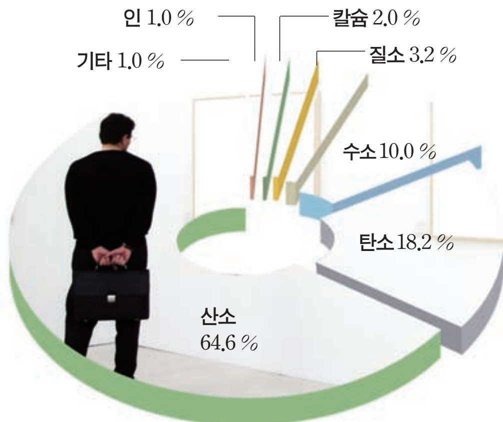
우주 전체를 통틀어 가장 많은 원소는 수소이고, 공기 중 가장 많은 원소는 질소이며 사람의 몸과 지각에서 가장 많은 원소는 산소이다.



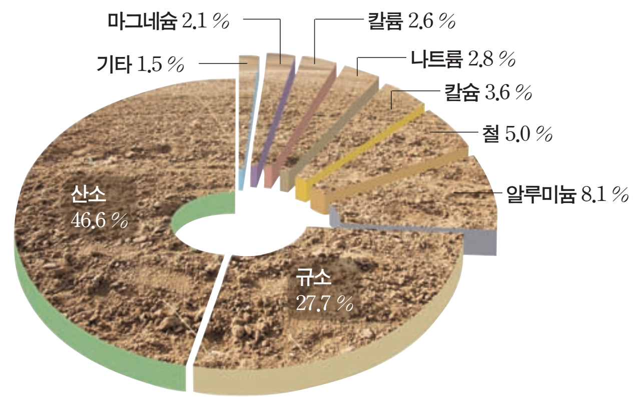
❷ 그림 Ⅰ-8 우주를 구성하는 원소의 질량비
(자료: The Alchemy of the Heavens)



❷ 그림 Ⅰ-9 공기를 구성하는 원소의 부피비
(자료: 한국 지구 과학회)



❷ 그림 Ⅰ-10 사람의 몸을 구성하는 원소의 질량비(60 kg인 남성의 경우)
(자료: Chemical storylines)



❷ 그림 Ⅰ-11 지각을 구성하는 원소의 질량비
(자료: 한국 지구 과학회)

오늘날에는 110여 종류의 원소가 알려져 있으며, 자연에 존재하는 원소가 대부분이지만 인공적으로 만들어진 원소들도 일부 있다. 금, 은, 구리 등은 이미 수천 년 전에 발견되었고, 알루미늄과 같이 19세기 이후에 발견된 원소도 있다. 중세 시대에 발견된 수은과 황 등은 그 당시에는 원소가 아니라 분해되고 만들 수 있는 물질로 여겨지기도 하였다.

원소는 크게 금속 원소와 비금속 원소로 분류할 수 있다. 우리 주변에는 철도, 전선, 장신구, 자동차의 몸체 등과 같이 금속으로 이루어진 것이 있는가 하면 공기, 연료, 연필심 등과 같이 비금속으로 이루어진 것도 있다.

금속 원소에는 철, 구리, 금, 알루미늄, 납 등이 있다. 이들은 특유의 광택이 있고, 전기가 잘 통하며 열을 잘 전달한다. 그리고 망치로 두드리면 얇게 펴지는 성질이 있고, 수은을 제외한 모든 금속은 상온에서 고체 상태이다.

상온
일상적인 온도로, 보통 15~25℃를 말한다.

비금속 원소에는 수소, 질소, 탄소, 염소, 황, 인 등이 있는데, 이들은 전기가 잘 통하지 않는다. 상온에서 브로민은 액체 상태이며, 그 외 비금속은 기체나 고체 상태로 존재한다.

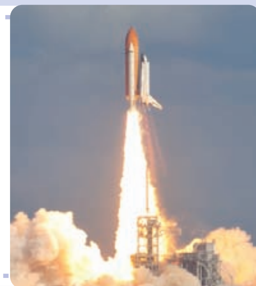
철은 인류가 가장 많이 사용하는 금속이다. 매장량이 많고 단단하여 철도, 자동차, 건축물 등에 널리 사용된다. 그러나 공기 중에서 녹이 스는 문제가 있어서 이를 여러 가지 방법으로 해결하고 있다. 몸속에서는 산소 운반에 관여하는 헤모글로빈의 성분이기도 하다.





구리는 붉은색의 금속으로, 인류가 가장 오래 전부터 사용한 금속 중의 하나이다. 다른 물질과 잘 반응하지 않고 전기가 잘 통하기 때문에 전선에 많이 사용된다.

수소는 가장 가벼운 기체로서, 색깔과 냄새가 없다. 폭발력이 강하여 우주 왕복선의 연료로 사용되며, 산소와 반응할 때 오염 물질이 생기지 않고 많은 에너지를 내므로 미래의 연료로 연구되고 있다. 비료와 마가린 등을 만드는 데 이용하기도 한다.



금은 매장량이 매우 적고, 값비싼 금속이다. 장신구에 많이 사용되며, 다른 물질과 잘 반응하지 않고 전기가 잘 통하면서 펴짐성 등이 좋아 전자 부품에도 많이 사용된다.



염소는 황록색의 기체로서, 독성이 크다. 청소용 세제에 포함되어 있고, 수돗물과 수영장 물의 소독에 이용된다.





질소는 공기의 78 % 정도를 차지하고 있고, 다른 물질과 잘 반응하지 않기 때문에 안정한 상태를 유지한다. 따라서 과자가 산소에 의해 산화되지 않고 부스러지지 않도록 하기 위해 과자 봉지의 충전제로도 이용된다.

탄소는 흑연, 숯, 다이아몬드 등으로 존재한다. 흑연은 우리가 흔히 볼 수 있는 연필심의 주성분이며, 다이아몬드는 보석의 한 종류이기도 하지만 공구 등에도 이용된다.



자기 주도 학습

개념 확인하기

물질을 이루는 기본 성분으로서, 더 이상 분해되지 않는 물질을 무엇이라고 하는가?

생활 속 문제 해결하기

집 안에 있는 물건들 중 한 가지를 선택하여 그 물건을 이루고 있는 원소의 종류를 찾아보자.

1-2 원소의 표현과 확인



우리 일상생활에는 기호들로 정해져 있는 규칙이 많다. 신호등, 도로 위의 교통 안전 표지들, 심지어 화장실까지 그림과 색깔로 나타낸 기호를 사용하고 있다. 만약 이러한 기호들이 쉽게 이해되지 않거나 일부 사람들만 이해할 수 있다면 사람들의 생활은 어떻게 될까?



학습 목표

- 대표적인 여러 가지 원소를 원소 기호로 나타낼 수 있다.
- 불꽃 반응을 통해 금속 원소의 종류를 구별할 수 있다.

일상생활에서 사용하는 기호들은 그 의미가 쉽게 전달되어야 하며, 특별히 학습하지 않고도 알거나 간단히 익힐 수 있어야 한다. 기호가 생활의 간편함을 주기 위한 것이라면 그 익힘과 활용 또한 간편해야 하기 때문이다.

원소 기호

일상생활에서 다양한 기호를 사용하는 것처럼 여러 가지 원소들도 기호로 나타내면 편리하다.

중세 시대의 연금술사들은 금을 만들기 위한 연구 과정에서 실험에 사용한 물질과 만든 물질들을 기록할 때 기호를 사용하였다. 그런데 이들은 자신들만 알 수 있는 기호를 사용하는 경향이 있어서 기호 자체가 이해되지 않는 경우가 있었고, 같은 물질인데도 다른 기호를 사용하는 경우도 많았다. 그 후 19세기 초 영국의 과학자 돌턴은 당시까지 밝혀진 원소들의 기호를 원 모양으로 좀 더 간단하게 정리하였다.

돌턴

(Dalton, J. ; 1766~1844)

1802년 9월 실험 노트에 원형의 원소 기호를 기록하였고, 그 다음 해에 구 모양의 원자 모형을 연구하여 제안하였다.



그림 Ⅰ-13 돌턴의 원소 기호

ELEMENTS

Element		Element	
Hydrogen	1	Strontian	46
Azote	5	Barytes	68
Carbon	54	Iron	50
Oxygen	7	Zinc	56
Phosphorus	9	Copper	56
Sulphur	13	Lead	90
Magnesia	20	Silver	190
Lime	24	Gold	190
Soda	28	Platina	190
Potash	42	Mercury	167

그림 Ⅰ-12 연금술사의 원소 기호

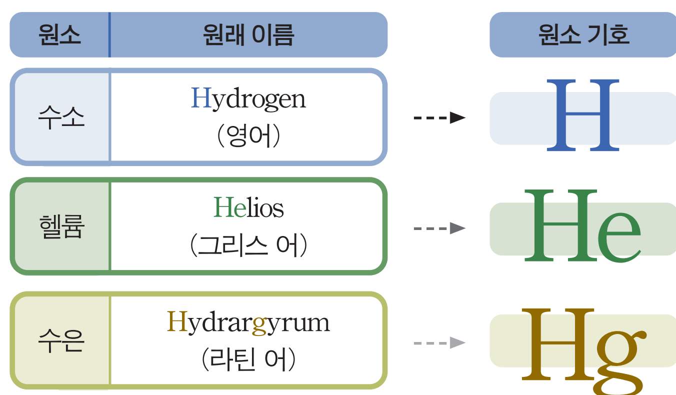


그러나 돌턴의 원소 기호도 여전히 사용하기가 쉽지 않았고, 다양한 원소를 나타내기에는 어려움이 따랐다.

이후 스웨덴의 과학자 베르셀리우스는 원소의 이름에 포함된 문자의 일부를 원소 기호로 사용하는 방법을 제안하였다. 그는 라틴 어나 그리스 어로 된 원소 이름에서 기호를 만들어 냈으며, 최근에 발견된 원소들은 대부분 영어의 알파벳에서 따온 기호를 사용하고 있다. 원소 기호는 원소 이름의 첫 글자만 쓰거나 첫 글자와 중간 글자를 함께 써서 나타낸다. 이때 원소 기호의 첫 글자는 대문자로 나타내고, 첫 글자가 같을 경우에는 중간의 적당한 글자를 택하여 첫 글자 다음에 소문자로 나타낸다.

베르셀리우스(Berzelius, J. J. ; 1779~1848)
오늘날 사용하고 있는 화학 기호를 제안하였으며, 산소의 원자량을 기준으로 다른 원소의 원자량을 결정하였다. 또 세륨, 셀레늄, 토륨 등의 원소를 발견하기도 하였다.

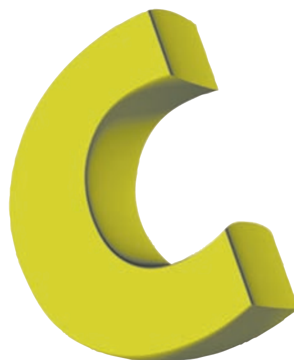
헬륨(He)과 수은(Hg)
헬륨과 수은은 첫 글자가 모두 수소의 원소 기호와 같다. 따라서 두 원소를 구별하기 위해 헬륨은 두 번째 글자인 e를 소문자로 쓰고, 수은은 중간 글자인 g를 소문자로 사용하였다.



이와 같이 간단한 원소 기호를 사용하면 서로 언어가 다른 사람들끼리도 물질에 대한 정보를 쉽게 주고받을 수 있다.

표 Ⅰ-1 여러 가지 원소와 원소 기호

원소	원소 기호	원소	원소 기호	원소	원소 기호
수소	H	나트륨	Na	철	Fe
탄소	C	마그네슘	Mg	구리	Cu
산소	O	알루미늄	Al	은	Ag
질소	N	황	S	아이오딘	I
네온	Ne	칼륨	K	수은	Hg



원소의 이름은 지역 이름이나 국가 이름에서 따오거나 발견자의 이름에서 유래한 경우도 있다. 마그네슘(Mg)은 Magnesia라는 마그네슘을 채굴하던 지역 이름에서 따왔고, 저마늄(Ge)은 국가 이름인 독일(Germany)에서 따왔다. 또 퀴륨(Cm)은 퀴리(Curie) 부인의 이름에서 유래하였으며, 노벨륨(No)은 노벨(Novel)을 기념하기 위해 이름 붙였다.





염소, 칼슘, 금의 원소 기호를 25쪽의 과학 자료실에서 찾아 적어 보자.



ⓐ 그림 Ⅰ-14 금속 용접

원소의 확인

산업 현장에서는 같은 종류의 금속 또는 다른 종류의 금속에 열을 가하여 용융 상태로 만들었다가 굳히면서 금속을 서로 붙이는 용접을 한다. 용접을 할 때에는 번쩍이는 불꽃이 일어나는데, 구리의 경우는 청록색의 빛이 나타난다. 그렇다면 다른 종류의 금속에서는 어떤 불꽃색이 나타날까?

금속 원소는 화합물 속에 존재하기도 한다. 그러나 화합물 속에는 어떤 원소가 포함되어 있는지 알기 어렵다. 금속 원소가 포함된 화합물을 불꽃 반응시켰을 때 원소의 종류에 따라 불꽃색이 어떻게 달라지는지 알아보자.



탐구 활동 | 불꽃 반응

실험(동영상)

목·표

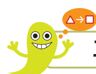
불꽃 반응에서 나타나는 불꽃색으로 금속 원소의 종류를 구별할 수 있다.

준·비·물

염화 나트륨, 질산 나트륨, 염화 구리(Ⅱ), 질산 구리(Ⅱ), 염화 스트론튬, 질산 스트론튬, 질산 칼륨, 염화 리튬, 증류수, 묽은 염산, 비커, 토치, 니크롬선, 보안경, 장갑

유·의·점

1. 보안경을 반드시 착용하고, 장갑을 낀다.
2. 염산은 위험하므로 조심해서 다룬다.
3. 토치의 불꽃색은 붉은색을 띠지 않도록 조절한다.
4. 불꽃색을 잘 확인할 수 있도록 어두운 환경에서 실험하도록 한다.



과정

❶ 준비한 여덟 가지의 물질들을 증류수에 녹여 수용액을 만든다.

❷ 니크롬선을 묽은 염산으로 씻은 다음 증류수로 헹구고, 토치의 겉불꽃 속에 넣어 가열한다. 다른 색이 나타나지 않을 때까지 반복한다.

❸ 니크롬선에 ❶에서 만든 수용액 한 가지를 묻힌 다음, 겉불꽃 속에 넣어 나타나는 색을 관찰한다.

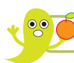
❹ 니크롬선에 나머지 수용액을 차례대로 묻혀 불꽃색을 관찰한다. 이때 한 번 사용한 니크롬선은 수용액이 바뀔 때마다 ❷의 과정을 거친다.





탐 | 구 | 도 | 우 | 미

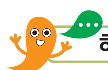
니크롬선을 겉불꽃 속에 넣는 이유: 겉불꽃은 산소가 충분히 공급되어 온도가 가장 높고 무색이기 때문이다.



결과

각 수용액의 불꽃색을 다음 표에 기록해 보자.

물질	불꽃색	물질	불꽃색
염화 나트륨		염화 구리(Ⅱ)	
질산 나트륨		질산 구리(Ⅱ)	
염화 스트론튬		질산 칼륨	
질산 스트론튬		염화 리튬	



해석 창의 · 인성

1 불꽃색이 같은 물질끼리 짝지어 보고, 불꽃색이 같은 이유를 설명해 보자.

2 화합물의 불꽃색으로 어떤 원소를 확인할 수 있는지 설명해 보자.



탐구의 확장 분광기를 이용한 불꽃색의 관찰

준비물 염화 스트론튬 수용액, 질산 스트론튬 수용액, 염화 리튬 수용액, 분광기, 색연필(빨강, 주황, 노랑, 초록, 파랑, 남색, 보라)

과정 불꽃 반응 실험과 같은 방법으로 실험을 하되, 각 수용액의 불꽃을 맨눈으로 관찰하는 대신 분광기로 관찰한다.

탐 | 구 | 도 | 우 | 미

분광기: 빛을 여러 가지 색으로 나누어 주는 장치이다.



결과 분광기로 관찰한 결과를 색연필로 기록해 보자.

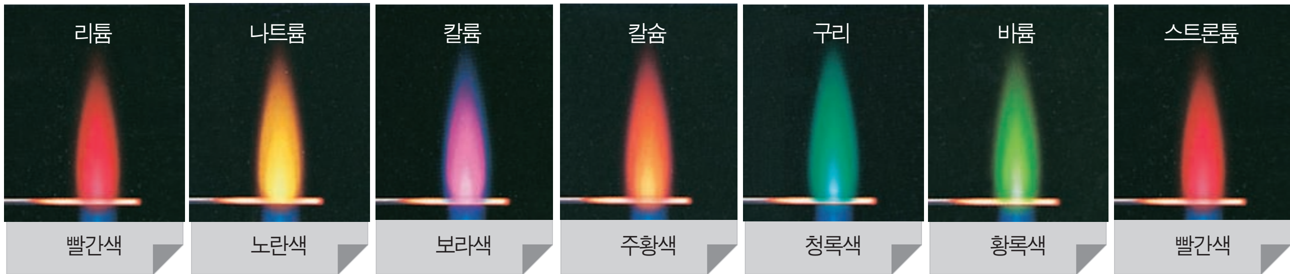
물질	분광기로 관찰한 결과
염화 스트론튬	
질산 스트론튬	
염화 리튬	

해석 맨눈으로 불꽃색을 관찰할 때와 분광기로 관찰할 때에는 어떤 차이가 있는지 설명해 보자.

불꽃 반응은 물질의 양이 매우 적더라도 물질에 포함된 금속 원소를 알아내는 데 효과적이다.

금속 원소는 종류에 따라 각각 독특한 불꽃색을 나타내므로 불꽃색으로 금속 원소를 구별할 수 있다. 또한 화합물의 종류가 다르더라도 같은 금속 원소가 들어 있으면 같은 불꽃색을 나타내기 때문에 화합물 속에 들어 있는 금속 원소를 확인할 수 있다. 예를 들어 나트륨은 불꽃색이 노란색을 띠는데, 염화 나트륨과 질산 나트륨은 모두 나트륨을 포함하고 있어 불꽃색이 노란색으로 같게 나타난다.

그림 Ⅰ-15 금속 원소의 불꽃색



그러나 서로 다른 원소를 포함하고 있어도 불꽃색이 비슷하여 구별하기 어려운 경우가 있다. 리튬과 스트론튬은 불꽃색이 붉은색으로 거의 같아서 리튬이 들어 있는 화합물과 스트론튬이 들어 있는 화합물을 구별하기 어렵다. 이와 같이 불꽃색이 비슷한 원소들은 분광기를 이용하여 스펙트럼을 관찰하면 쉽게 구별할 수 있다.

스펙트럼은 빛을 프리즘과 같은 분광기에 통과시킬 때 나타나는 여러 가지 색의 띠를 말하는데, 원소들은 각각 고유의 스펙트럼을 나타낸다.

햇빛이나 백열전등의 빛을 분광기로 관찰하면 빨간색에서 보라색까지 여러 가지 색깔이 연속적으로 나타나는데, 이것을 **연속 스펙트럼**이라고 한다. 그런데 나트륨을 사용한 가로등과 같이 특정한 원소를 사용하는 경우에는 특정한 색깔에 해당하는 부분에만 밝은 선이 나타나고 다른 부분은 어둡게 나타난다. 이와 같은 선 모양의 스펙트럼을 **선 스펙트럼**이라고 한다.



그림 Ⅰ-16 연속 스펙트럼과 선 스펙트럼

선 스펙트럼을 관찰하면 원소의 종류에 따라 선의 색깔이나 위치, 개수, 굵기 등이 서로 뚜렷하게 다르므로 리튬과 스트론튬처럼 불꽃색이 비슷한 원소일지라도 분명하게 구별할 수 있다.

리튬

스트론튬

그림 Ⅰ-17 리튬과 스트론튬의 선 스펙트럼

과학 자료실 — 현대의 여러 가지 원소들

1869년에 러시아의 화학자 멘델레예프(Mendeleev, D. I. ; 1834～1907)는 당시까지 알려져 있던 원소들을 원자의 상대적 질량 순서에 따라 배열하였다. 이때 성질이 비슷한 원소가 일정한 간격을 두고 주기적으로 나타난다는 사실을 발견하여 이를 바탕으로 주기율표를 만들었다. 이후 1913년에 영국의 물리학자 모즐리(Moseley, H. G. J. ; 1887～1915)는 원소를 원자 번호 순으로 나열하여 현재 우리가 사용하는 주기율표를 완성하였다.

멘델레예프

■ 금속 원소
■ 준금속 원소
■ 비금속 원소

79 — 원자 번호
Au — 원소 기호
금 — 원소 이름

	1족	2족	3족	4족	5족	6족	7족	8족	9족	10족	11족	12족	13족	14족	15족	16족	17족	18족
1주기	1 H 수소																	2 He 헬륨
2주기	3 Li 리튬	4 Be 베릴륨											5 B 붕소	6 C 탄소	7 N 질소	8 O 산소	9 F 플루오린	10 Ne 네온
3주기	11 Na 나트륨	12 Mg 마그네슘											13 Al 알루미늄	14 Si 규소	15 P 인	16 S 황	17 Cl 염소	18 Ar 아르곤
4주기	19 K 칼륨	20 Ca 칼슘	21 Sc 스칸듐	22 Ti 타이타늄	23 V 바나듐	24 Cr 크로뮴	25 Mn 망가니즈	26 Fe 철	27 Co 코발트	28 Ni 니켈	29 Cu 구리	30 Zn 아연	31 Ga 갈륨	32 Ge 저마늄	33 As 비소	34 Se 셀레늄	35 Br 브로민	36 Kr 크립톤
5주기	37 Rb 루비듐	38 Sr 스트론튬	39 Y 이트륨	40 Zr 지르코늄	41 Nb 나이오븀	42 Mo 몰리브데넘	43 Tc 테크네튬	44 Ru 루테늄	45 Rh 로듐	46 Pd 팔라듐	47 Ag 은	48 Cd 카드뮴	49 In 인듐	50 Sn 주석	51 Sb 안티모니	52 Te 텔루륨	53 I 아이오딘	54 Xe 제논
6주기	55 Cs 세슘	56 Ba 바륨	57~71 La-Lu 란타넘족	72 Hf 하프늄	73 Ta 탄탈럼	74 W 텅스텐	75 Re 레늄	76 Os 오스뮴	77 Ir 이리듐	78 Pt 백금	79 Au 금	80 Hg 수은	81 Tl 탈륨	82 Pb 납	83 Bi 비스무트	84 Po 폴로늄	85 At 아스타틴	86 Rn 라돈
7주기	87 Fr 프랑슘	88 Ra 라듐	89~103 Ac-Lr 악티늄족	104 Rf 러더포듐	105 Db 더브늄	106 Sg 시보귬	107 Bh 보륨	108 Hs 하슘	109 Mt 마이트너륨	110 Ds 다름슈타튬	111 Rg 뢴트게늄	112 Cn 코페르니슘						

자기 주도 학습

개념 확인하기

칼륨의 원소 기호를 쓰고, 칼륨과 같은 금속 원소를 확인하는 방법을 써 보자.

생활 속 문제 해결하기

땀을 니크롬선에 묻혀 불꽃 반응을 시키면 노란색이 나타난다. 땀의 불꽃 반응으로부터 확인할 수 있는 원소의 이름과 기호를 써 보자.

개념 응용하기

원소를 확인할 때 선 스펙트럼은 불꽃 반응에 비해 어떤 장점이 있는가?

1-3 원자



학습 목표

- 원소는 물질을 구성하는 원자로 구성되어 있음을 설명할 수 있다.
- 원자는 원자핵과 전자로 구성되어 있음을 알고, 이를 모형을 사용하여 나타낼 수 있다.

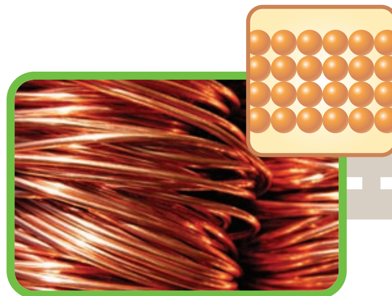
여름철에 바닷가로 피서를 가면 모래를 쌓아서 성곽, 자동차, 탑, 모형 건물 등을 만드는 예술가들을 볼 수 있다. 이들이 만든 작품은 멀리서 보면 무엇으로 이루어졌는지 알기 어렵지만 가까이 가서 보면 모두 모래를 쌓아 만든 것임을 알 수 있다.

이처럼 우리 주변의 물질들도 작은 입자로 구성되어 있을까?

비눗방울 놀이를 할 때 비눗방울을 크게 불거나 빵이나 과자 등을 만들기 위해 밀가루 반죽을 얇게 밀다 보면 결국에는 터지거나 찢어진다. 금속 원소인 구리도 얇게 펴거나 가늘게 만들다 보면 결국에는 끊어지는데, 이것은 비눗방울, 밀가루 반죽, 구리가 모두 입자로 구성되어 있어서 입자의 크기보다 더 얇아지거나 가늘어질 수 없기 때문이다.



그림 Ⅰ-18 밀가루 반죽



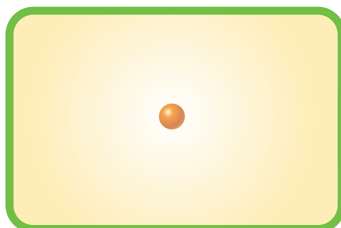
굵은 구리선



가는 구리선



구리선 조각



구리 원자

그림 Ⅰ-19 구리를 이루고 있는 원자

고대 과학자들도 물질을 이루고 있는 입자에 대해 궁금증을 가지고 있었고, 이에 대한 여러 가지 학설이 대립하고 있었다.

물질을 이루고 있는 원소는 무한히 잘게 쪼갤 수 있고 물질이 사라질 때까지 원소의 성질은 그대로 유지된다는 아리스토텔레스의 주장은 기원전부터 중세 시대까지 약 2,000여 년을 지배하였다.

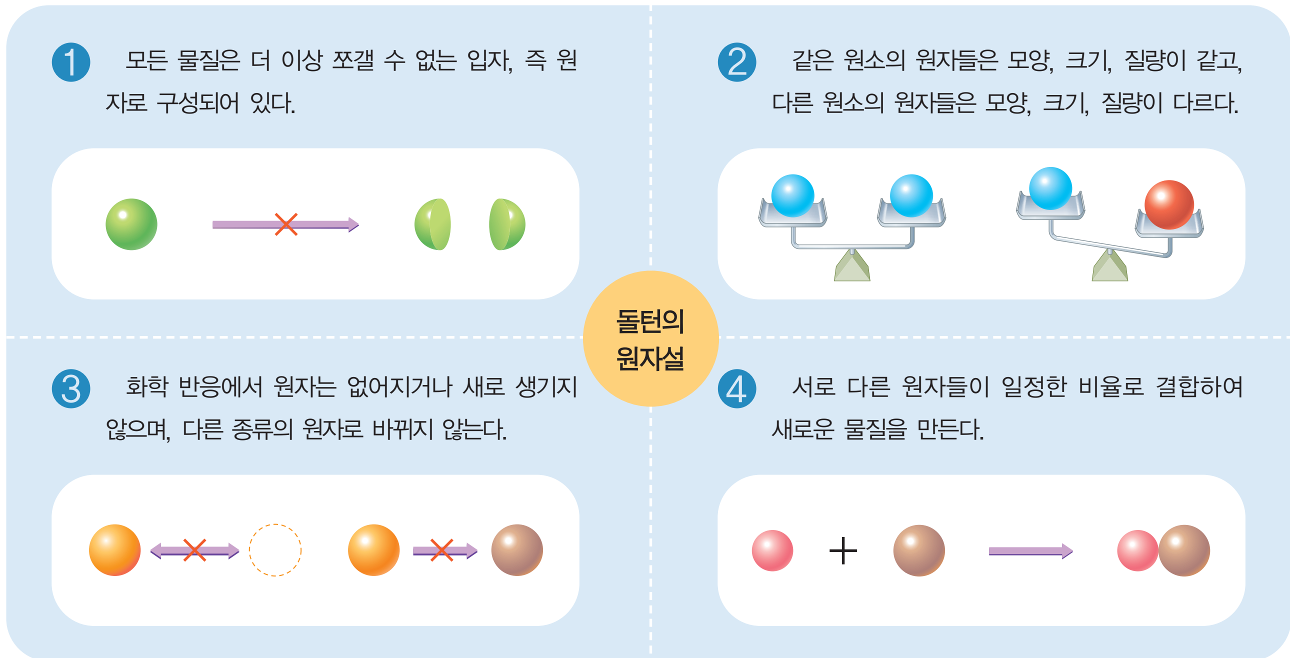
반면, 데모크리토스는 물질을 계속 쪼개어 나가면 결국은 더 이상 쪼갤 수 없는 입자가 된다고 주장하였다. 이러한 데모크리토스의 원자론은 아리스토텔레스의 주장에 밀려 인정받지 못하다가 17세기 중반 보일의 실험과 19세기 초인 1803년에 돌턴의 원자 가설로 다시 태어나게 되었다.

그림 Ⅰ-20 원자에 대한 과학자들의 물질관



돌턴이 '모든 물질은 더 이상 쪼갤 수 없는 입자인 원자로 이루어져 있다.'라는 원자 가설을 세웠던 당시에는 많은 학자들로부터 비난을 받았다. 그 당시는 실험과 관찰로 확인된 것만 인정되는 시대였으나, 당시 기술로는 원자를 확인할 수 없었기 때문이다. 그러나 많은 현상들이 돌턴의 원자 가설로 설명할 수 있게 되면서 점차 타당한 이론으로 인정받게 되었으며, 이와 함께 원자의 존재를 밝히려는 여러 과학자들의 노력으로 원자가 실제로 존재한다는 것이 증명되었다.

그림 Ⅰ-21 돌턴의 원자설





돌턴이 제안한 원자설에서 원자의 정의를 써 보자.

원자의 구조와 모형

돌턴은 원자설과 함께 단단한 공 모양의 원자 모형을 제시하였다. 이후 원자의 구조에 대한 관심이 커졌고, 원자의 구조를 밝히려는 실험과 주장이 이어졌다.

원자에서 전자를 발견한 톰슨은 돌턴의 원자 모형을 수정하여 (+)전하 덩어리에 (−)전하를 띤 전자가 박혀 있는 모형을 제안하였다. 전자의 발견은 원자를 구성하는 입자에 대해 관심을 갖게 하였다. 그리고 러더퍼드는 실험을 통해 원자의 중심에 (+)전하를 가진 원자핵이 있다는 사실을 발견하고, (+)전하를 띤 원자핵 주위를 (−)전하를 띤 전자가 빠르게 돌고 있는 모형을 제시하였다.

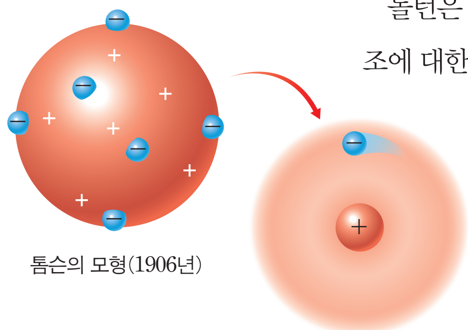


그림 Ⅰ-22 원자 모형

원자는 (+)전하를 띠는 **원자핵**과 (−)전하를 띠는 **전자**로 구성되어 있다. 중성 원자의 경우 원자핵의 전하는 원자 번호와 같고, 전자는 원자 번호와 같은 수만큼 존재한다. 예를 들어 수소 원자는 원자핵의 전하가 +1이고, 1개의 전자를 가지고 있다. 따라서 총 전하량이 $1+(-1)=0$이 되므로 전기적으로 중성이다.

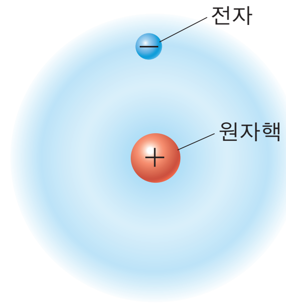


그림 Ⅰ-23 원자의 구조

원자 번호
= 원자핵의 전하
= 전자의 개수

그렇다면 원자의 크기는 어느 정도일까?

원자의 크기는 원자핵과 전자가 존재하는 공간의 크기를 의미하는데, 그 크기는 원자의 종류에 따라 다르다. 보통 원자는 지름이 약 $\frac{1}{100억}$ m로 매우 작아서 우리 눈에는 보이지 않으며, 그중 수소 원자가 가장 작다. 그리고 원자핵의 지름은 원자 지름의 $\frac{1}{10만}$~$\frac{1}{1만}$이다. 이렇게 상상하기 어려울 정도로 크기가 작은 원자는 실물에 비유하면 좀 더 쉽게 이해할 수 있다. 즉, 원자핵의 크기를 탁구공에 비유하면, 수소 원자의 크기는 축구 경기장 정도로 크다. 그리고 수소 원자의 크기를 다시 탁구공만큼 확대하면 탁구공은 지구만큼 확대된다.

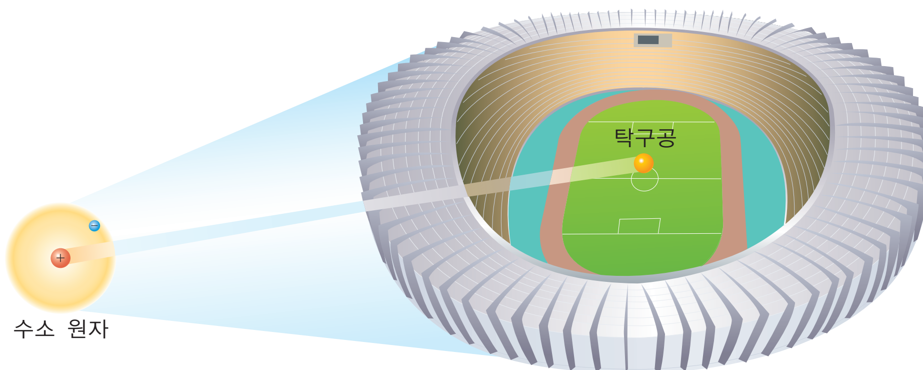


그림 Ⅰ-24 수소 원자와 원자핵의 크기 비교





그림 Ⅰ-25 수소 원자의 크기를 탁구공만큼 확대했을 때의 크기 비교

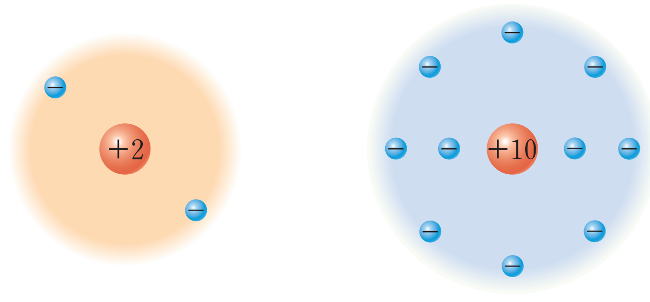


ⓐ 그림 Ⅰ-26 원자 모형으로 이용하는 스티로폼 구

원자는 크기가 매우 작아 직접 볼 수 없기 때문에 원자 모형을 이용하여 나타낸다. 원자 모형은 스티로폼 구와 같은 주변의 물체를 이용하여 나타내기도 하고, 그림으로 나타내기도 한다. 원자를 모형으로 나타낼 때에는 원자의 성질을 잘 나타내어야 다른 종류의 원자들과 구별할 수 있다.

원자의 중심에 원자핵을 나타낼 때에는 원자핵의 전하를 +1, +2 등과 같이 표시하고, 전자는 원자핵 주위에 전자 수만큼 배치하면 된다. 예를 들어 원자 번호가 2인 헬륨 원자는 중심에 원자핵의 전하 +2를 표시하고, 그 주위에 전자 2개를 배치한다.

모형을 이용하는 경우
너무 작아 직접 볼 수 없거나 너무 커서 조작하기 어려운 경우, 실제 실험이 어려운 경우에 모형을 이용한다.



헬륨 원자	네온 원자
• 원자핵의 전하: +2 • 전자 수: 2개	• 원자핵의 전하: +10 • 전자 수: 10개

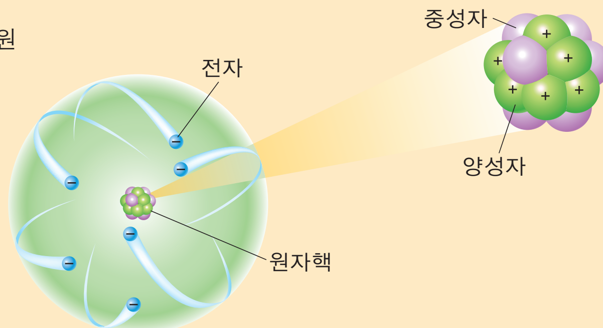
ⓐ 그림 Ⅰ-27 그림으로 나타내는 원자 모형


잠깐 체크 원자를 구성하고 있는 입자 두 가지를 써 보자.

과학 자료실 현대에 수정되어야 하는 돌턴의 원자설



❶ 원자는 더 이상 쪼갤 수 없다.
➔ 여러 가지 실험을 통해 원자를 구성하는 입자, 즉 원자핵과 전자 그리고 원자핵을 구성하는 양성자와 중성자 등이 발견되었다.



ⓐ 원자의 구조



❷ 같은 원소의 원자들은 모양, 크기, 질량이 같고, 다른 원소의 원자들은 모양, 크기, 질량이 다르다.
➔ 원자 번호는 같으나 질량수가 다른 원소인 동위 원소가 발견되었다. 일반적으로 동위 원소는 화학적 성질이 같지만, 물리적 성질인 질량이 다르다.
예 수소 ^{1}H, 중수소 ^{2}H, 삼중수소 ^{3}H

원소와 원자

어머니께서 과일을 사 오라는 심부름을 시키시면서 과일의 종류와 개수를 적은 메모지를 주셨다. 메모지에 적힌 과일은 사과, 오렌지, 딸기 세 종류이고, 사야 하는 과일의 개수는 사과 5개, 오렌지 3개, 딸기 10개를 합쳐 모두 18개이다. 여기에서 18개의 과일을 원자에 비유한다면 사과나 오렌지와 같은 과일의 종류는 원소에 비유할 수 있다. 즉, **원자**는 물질을 구성하는 입자로서 개수를 셀 수 있으며, **원소**는 물질의 성질을 나타내는 구성 성분을 말한다.



바구니에는 사과, 오렌지, 딸기라는 세 가지 원소가 있고, 사과 원자 5개, 오렌지 원자 3개, 딸기 원자 10개가 들어 있다.

그렇다면 이산화 탄소는 어떤 원소로 이루어져 있고, 몇 개의 원자가 모여 있는 것일까?

이산화 탄소는 탄소와 산소로 이루어져 있다. 즉, 이산화 탄소는 탄소와 산소 두 종류의 원소로 구성되어 있다고 할 수 있다. 그리고 이산화 탄소 분자 1개는 탄소 원자 1개와 산소 원자 2개로 이루어져 있으므로 이산화 탄소 1분자를 이루고 있는 원자의 총 개수는 3개이다.

분자
물질의 성질을 나타내는 가장 작은 입자이다.

그림 Ⅰ-28 이산화 탄소를 이루는 원소와 원자



- 검은색 고체이다.
- 연소하는 성질이 있다.

- 연소를 도와주는 기체이다.
- 생물의 호흡에 이용된다.

- 색깔과 냄새가 없는 기체이다.
- 저온에서 흰색 고체로 존재한다.

자기 주도 학습

개념 확인하기

원소와 원자의 정의를 비교하여 설명해 보자.

개념 응용하기

수소 원자의 모형을 그려 보자.

2 중단원 미리 보기
이온



바닷물에는 여러 가지 이온이 포함되어 있지만 눈에는 보이지 않는다. 이온은 원자가 전자를 얻거나 잃음으로써 만들어지는데, 조개껍데기나 산호처럼 앙금을 만드는 경우와 소금처럼 물에 녹아 있는 경우가 있다. 어떤 이온들이 앙금을 만드는 것일까?



2-1 이온의 형성과 표현

산림은 여러 생물들로 구성된 균형 잡힌 생태계이다. 계곡의 물가나 폭포 등 물 분자가 격렬하게 운동하는 곳에서는 음이온이 발생하고, 식물의 잎이나 줄기, 뿌리에서는 향긋하면서도 살균성을 지닌 피톤치드가 생성된다. 따라서 산림에 들어가면 면역 기능이 활발해지고 스트레스가 해소되기도 하는데, 이렇게 산림이 지닌 음이온이나 피톤치드 등을 이용한 자연 치유법을 산림 테라피라고 한다.

그렇다면 이온이란 무엇이며, 또 어떻게 만들어지는 것일까?


학습 목표

- 이온이 만들어지는 과정을 설명할 수 있다.
- 이온이 만들어지는 과정을 모형과 함께 이온식으로 나타낼 수 있다.

이온의 형성과 확인

우리가 살고 있는 환경을 이루는 모든 물질은 전기적으로 중성이다. 그런데 여러 가지 변화가 일어날 때에는 원자의 구성 입자 중 하나인 전자가 원자에서 떨어져 나가거나 원자로 더 들어오기도 한다.

원자가 가진 여러 개의 전자 중에서 원자핵에 약한 인력으로 붙들려 있는 전자는 원자에서 비교적 쉽게 떨어져 나가 다른 물질로 이동할 수 있다. 전기적으로 중성인 원자가 전자를 잃으면 (−)전하량이 (+)전하량보다 작아져서 (+)전하를 띠게 되고, 전자를 얻으면 (−)전하량이 (+)전하량보다 커져서 (−)전하를 띠게 된다. 이와 같이 전하를 띤 입자를 **이온**이라고 하며, (+)전하를 띠고 있는 입자를 **양이온**, (−)전하를 띠고 있는 입자를 **음이온**이라고 한다.

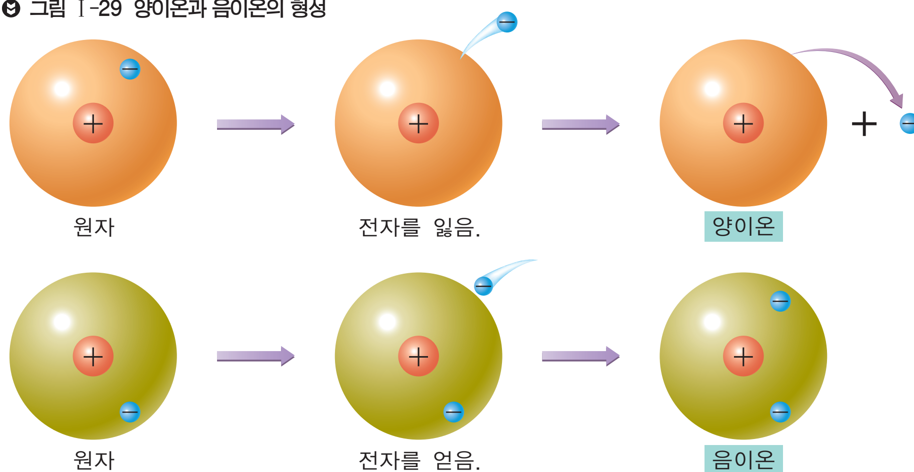
 **전하와 전하량**

- 전하: 모든 전기 현상의 근원이 되는 것으로, 양전하와 음전하가 있다.
- 전하량: 전하의 양을 뜻하며, 기본 전하량을 표시할 때는 e를 사용한다.

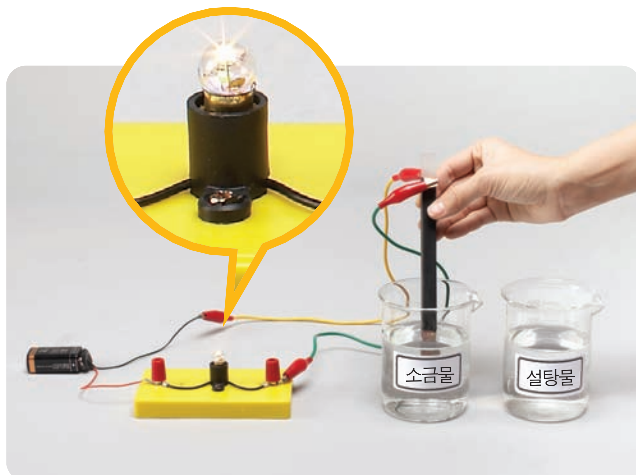
 금속 원소는 양이온이 되기 쉽고, 비금속 원소는 음이온이 되기 쉽다.



그림 Ⅰ-29 양이온과 음이온의 형성



이온의 존재는 소금물과 설탕물에 건전지와 꼬마전구를 연결하였을 때, 소금물에서만 불이 켜지는 것으로 확인할 수 있다.



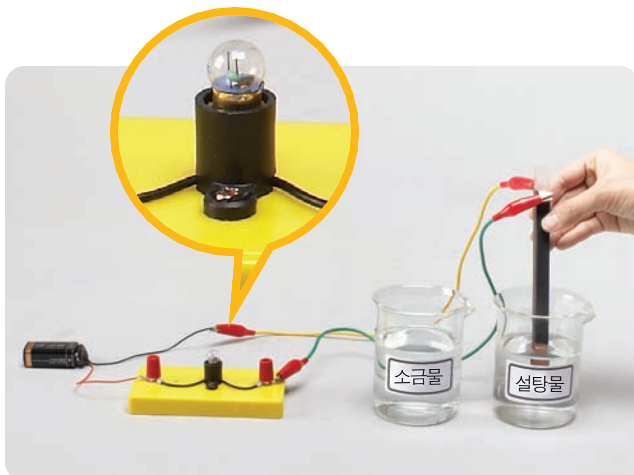


그림 Ⅰ-30 소금물과 설탕물에서의 전류의 흐름 비교

꼬마전구에 불이 켜지는 것을 통해 전류가 흐른다는 사실을 알 수 있다. 전류는 전하를 띤 입자가 일정한 방향으로 이동하여 생기는 전기의 흐름을 말한다. 따라서 소금물에 전류가 흐르는 이유는 전하를 띤 입자들이 있기 때문이고, 설탕물에 전류가 흐르지 않는 이유는 전하를 띤 입자들이 없기 때문이다. 즉, 염화 나트륨인 소금이 물에 녹으면 (+)전하를 띠는 나트륨 이온과 (−)전하를 띠는 염화 이온으로 나누어진다. 이때 소금물에 전극을 담그고 전원을 연결하면 전기적 인력에 의해 양이온인 나트륨 이온은 (−)극으로 이동하고, 음이온인 염화 이온은 (+)극으로 이동하여 전류가 흐르면서 꼬마전구에 불이 켜지는 것이다.

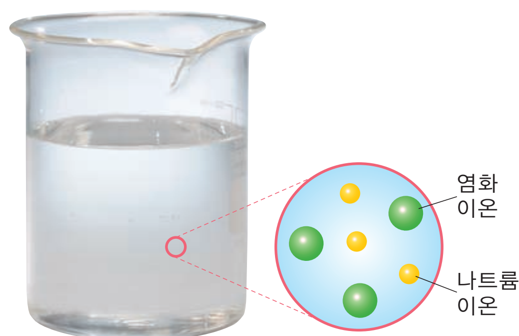


그림 Ⅰ-31 소금물 속의 이온 모형

이처럼 전류가 흐르려면 전하를 띠고 있는 이온이 이동할 수 있어야 한다. 소금과 같은 고체 상태에서는 양이온과 음이온이 서로 결합하고 있어 이온이 움직일 수 없기 때문에 전류가 흐르지 않는다. 그러나 소금이 녹아 액체 상태가 되거나 소금물과 같은 수용액 상태가 되면 이온이 자유롭게 움직일 수 있기 때문에 전류가 흐를 수 있다.

그런데 소금물에 전류가 흐르는 것으로 전하를 띤 이온이 존재한다는 사실은 알 수 있으나 이온이 이동하는 모습은 눈으로 확인할 수 없다. 물질 속에 포함된 이온 중 어떤 이온이 (+)전하를 띠고, 어떤 이온이 (−)전하를 띠는지 실험을 통해 확인해 보자.



원자가 전자를 얻거나 잃어서 만들어지는 것은 무엇인가?



더 자세히

전해질과 비전해질

- 전해질: 소금과 같이 물에 녹아 이온이 생성되어 전류가 흐르는 물질이다.
- 비전해질: 설탕과 같이 물에 녹아도 전류가 흐르지 않는 물질이다.

 탐구 활동

이온이 전하를 띠고 있음을 확인하는 탐구의 설계

목·표

물질 속에 포함된 이온이 전하를 띠고 있음을 확인하고, 또 어떤 종류의 전하를 띠고 있는지 설명할 수 있다.

준·비·물

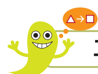
질산 칼륨 수용액, 황산 구리 수용액, 과망가니즈산 칼륨 수용액, 비커, 스포이트, 10×10 cm 유리판(또는 아크릴 판), 거름종이, 집게 달린 전선, 꼬마전구, 직류 전원 공급 장치

유·의·점

불필요하게 많은 양의 용액을 준비하여 처리가 곤란하지 않도록 한다.

탐|구|도|우|미

직류 전원 공급 장치: 전류가 항상 일정한 방향으로 흐르도록 전력을 공급하는 장치이다.



과정

❶ 3~4명씩 모둠을 이루어 탐구 목표에 따라 준비물을 어떻게 활용할 것인지에 대해 의논한다.

탐구 목표	황산 구리 수용액과 과망가니즈산 칼륨 수용액 속에 포함된 이온이 전하를 띠고 있음을 확인하고, 또 어떤 종류의 전하를 띠고 있는지 확인해 보자.



❷ 의논한 내용을 정리하여 어떻게 실험 장치를 설계할 것인지에 대해 토의한다.

❸ 실제로 실험 장치를 설계하여 모둠에서 토의한 대로 실험을 수행한다.

❹ 실험이 제대로 이루어지지 않거나 예상한 결과가 나오지 않을 때에는 ❶~❸의 과정을 다시 검토 · 수정하여 진행해 본다.





결과

1 준비물의 특징이나 역할 등을 정리해 보자.

준비물	특징이나 역할
거름종이	
질산 칼륨 수용액	
황산 구리 수용액	
과망가니즈산 칼륨 수용액	

2 실험 장치의 설계도를 그리고, 실험 방법을 설명해 보자.



3 이온이 전하를 띠고 있음을 어떻게 알 수 있는지 말해 보자.

4 물질 속에 포함된 이온 중 (+)극과 (−)극으로 끌려간 이온의 종류와 전하의 종류를 적어 보자.

수용액	(+)극으로 끌려간 이온과 전하의 종류	(−)극으로 끌려간 이온과 전하의 종류
황산 구리 수용액		
과망가니즈산 칼륨 수용액		



해석 창의 · 인성

실험 설계를 할 때 생겼던 문제점에 대해 모둠별로 이야기해 보자.

이온의 표현

원소를 원소 기호로 나타내듯이 이온도 원소 기호를 사용하여 나타낼 수 있다.

이온은 원소 기호와 전하의 크기 및 종류를 함께 표시하여 **이온식**으로 나타낸다. 양이온은 원소 기호의 오른쪽 위에 잃은 전자의 수를 '+' 기호와 함께 나타내고, 음이온은 원소 기호의 오른쪽 위에 얻은 전자의 수를 '−' 기호와 함께 나타낸다. 즉, 전자 2개를 잃은 마그네슘 이온은 Mg^{2+}로 나타내고, 전자 1개를 얻은 염화 이온은 Cl^{-}로 나타낸다. 이때 잃거나 얻은 전자의 개수가 1개일 때는 숫자를 쓰지 않고, '+'나 '−' 기호만 쓴다.

이온식의 해석



플루오린(F)은 원자 번호가 9이므로, 전자 수도 9개이다. 그러나 F^{-}은 −1의 전하를 띠고 있으므로 전자 수는 중성 원자일 때보다 1개 많은 10개이다.



그림 Ⅰ-32 양이온과 음이온의 이온식

Mg^{2+}이나 Cl^{-} 등과 같이 1개의 원자로 이루어진 이온이 있는가 하면, NH_4^{+}이나 OH^{-} 등과 같이 2개 이상의 원자로 이루어진 이온도 있다.

암모늄 이온에서의 (+)전하

암모늄 이온에서 (+)전하는 질소 원자나 특정 수소 원자가 갖고 있는 것이 아니라 전체가 띠는 전하이다.

표 Ⅰ-2 여러 가지 이온의 이온식

양이온				음이온			
이온	이온식	이온	이온식	이온	이온식	이온	이온식
수소 이온	H^{+}	마그네슘 이온	Mg^{2+}	염화 이온	Cl^{-}	산화 이온	O^{2-}
나트륨 이온	Na^{+}	칼슘 이온	Ca^{2+}	수산화 이온	OH^{-}	황화 이온	S^{2-}
은 이온	Ag^{+}	바륨 이온	Ba^{2+}	질산 이온	NO_3^{-}	탄산 이온	CO_3^{2-}
암모늄 이온	NH_4^{+}	구리 이온	Cu^{2+}	과망가니즈산 이온	MnO_4^{-}	황산 이온	SO_4^{2-}

이온의 이름은 어떻게 부르는 것일까?

양이온의 이름은 원소 이름 뒤에 '이온'을 붙여서 '~ 이온'이라고 부르고, 음이온의 이름은 보통 원소 이름에서 '소'를 빼고 '화 이온'을 붙여서 '~화 이온'이라고 부른다. 원소 이름에 '소'가 없는 경우에는 그냥 '화 이온'만을 붙여서 사용한다.

원소 이름	양이온 이름
나트륨	나트륨 이온
마그네슘	마그네슘 이온

원소 이름	음이온 이름
산소	산화 이온
황	황화 이온

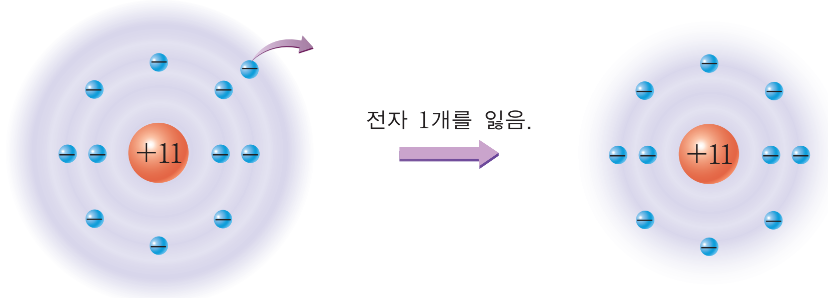


칼륨 이온을 이온식으로 쓰고, Br^{-}의 이온 이름을 써 보자.

이온의 모형

여러 가지 이온들이 만들어지는 과정을 모형으로 나타내면 이온을 좀 더 쉽게 이해할 수 있다.

나트륨은 금속 원소이며, 원자 번호가 11이다. 따라서 전자 수도 11개이며, 전자 1개를 잃어 전하가 +1인 양이온이 되기 쉽다.



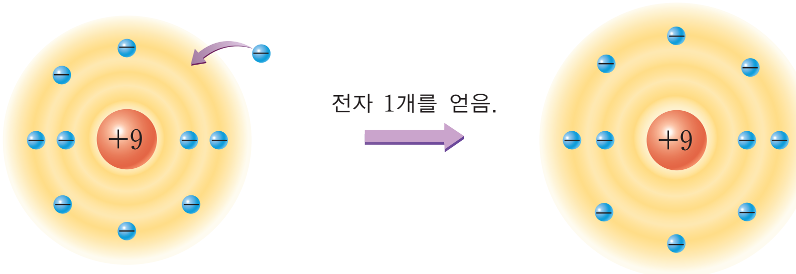
나트륨 원자

- 원자핵의 전하량: $+11e$
- 전자 수: 11개
- 전자의 총 전하량: $-11e$
- 원자의 총 전하량: $0e$

나트륨 이온

- 원자핵의 전하량: $+11e$
- 전자 수: 10개
- 전자의 총 전하량: $-10e$
- 이온의 총 전하량: $+1e$

한편, 플루오린은 비금속 원소이며, 원자 번호가 9이다. 따라서 전자 수도 9개이며, 전자 1개를 얻어 전하가 −1인 음이온이 되기 쉽다.



플루오린 원자

- 원자핵의 전하량: $+9e$
- 전자 수: 9개
- 전자의 총 전하량: $-9e$
- 원자의 총 전하량: $0e$

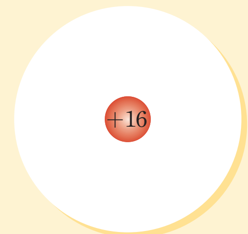
플루오린화 이온

- 원자핵의 전하량: $+9e$
- 전자 수: 10개
- 전자의 총 전하량: $-10e$
- 이온의 총 전하량: $-1e$

나트륨이나 플루오린과 같이 전자 1개를 잃거나 얻는 원자들이 있는가 하면, 전자를 2개 이상 잃거나 얻는 원자들이 있다. 이때의 원자 모형과 이온 모형을 만들어 보자.

스스로 해결하기

원자 번호가 16인 황(S) 원자가 전자 2개를 얻어 음이온이 된 S^{2-}의 모형을 아래에 그려 완성해 보자.







탐구 활동 원자 모형과 이온 모형 만들기

목·표

모형을 이용하여 여러 가지 원자와 이온을 나타내어 보고, 그 차이점을 말할 수 있다.

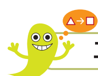
준·비·물

도화지, 컴퍼스, 크기가 다른 두 가지 색깔의 둥근 스티커, 검은색 매직펜과 사인펜(또는 볼펜)



유·의·점

1. (+)전하를 표시할 때에는 원자핵의 전하를 표시한다. 예 +8, +12
2. 원자핵을 나타내는 스티커는 원의 한가운데에 붙인다.
3. 전자를 나타내는 스티커에는 간단히 '−'만 표시하여 전자의 개수를 조절할 수 있도록 한다.

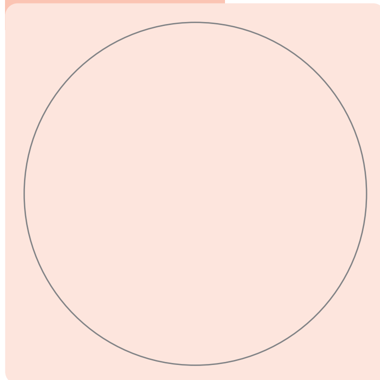


과정

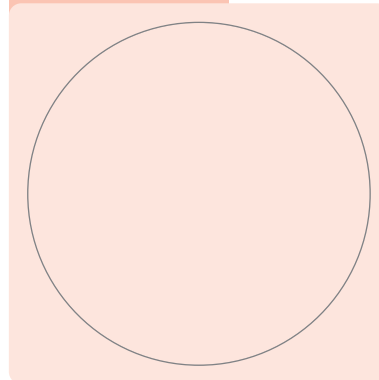
❶ 매직펜을 이용하여 크기가 큰 스티커에는 (+)전하를 표시하고, 크기가 작은 스티커에는 (−)전하를 표시한다.

❷ 도화지에 컴퍼스를 이용하여 적당한 크기의 원을 두 개 그린다. 그런 다음 원자 번호가 8인 산소 원자와 원자 번호가 12인 마그네슘 원자의 원자핵과 전자에 해당하는 스티커를 원 안에 붙여 원자 모형을 완성한다.

산소 원자

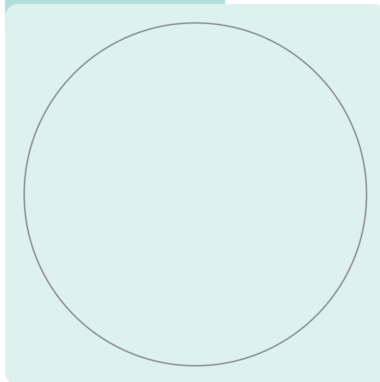


마그네슘 원자

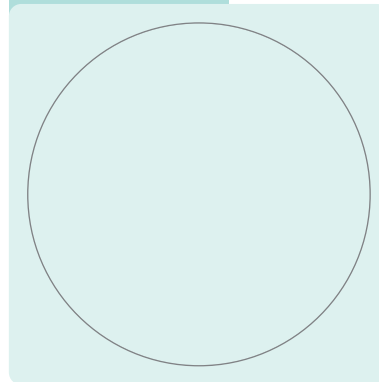


❸ 과정 ❷와 같은 크기의 원을 두 개 더 그린 다음, 전자 2개를 얻은 산화 이온과 전자 2개를 잃은 마그네슘 이온 모형을 스티커를 이용하여 완성한다.

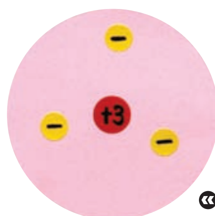
산화 이온



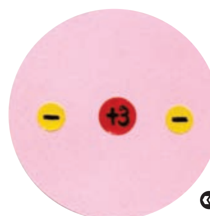
마그네슘 이온



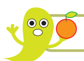
예시



리튬 원자



리튬 이온



결과

1 (+)전하와 (−)전하를 표시한 스티커가 의미하는 입자는 각각 무엇인가?

2 산화 이온과 마그네슘 이온을 이온식으로 나타내어 보자.



해석 창의 · 인성



1 원자와 이온의 차이점을 설명해 보자.

2 전자가 많은 원자를 모형으로 나타낼 때의 불편한 점은 무엇인가? 이것을 어떻게 해결할 수 있는지 토의해 보자.



탐구의 확장 스티로폼 구를 이용하여 원자 모형과 이온 모형 만들기

준비물 스티로폼 구(크기가 다른 것 두 종류), 이쑤시개

과정

❶ 원자핵은 큰 스티로폼 구를 이용하고, 전자는 작은 스티로폼 구를 이용하여 리튬과 플루오린 원자 모형을 만든다.

❷ 리튬 원자 모형에서 전자 1개를 떼어 낸 모형과 플루오린 원자 모형에 전자 1개를 더해 준 모형을 각각 만들어 본다.





유·의·점

이쑤시개에 찔리지 않도록 주의한다.

결과

1 전자 1개를 떼어 낸 리튬과 전자 1개를 더해 준 플루오린은 각각 어떤 전하를 띠고 있는가? 또 그렇게 생각한 이유는 무엇인가?

2 리튬 이온과 플루오린화 이온은 어떻게 형성되는지 설명해 보자.

이온으로 이루어진 화합물

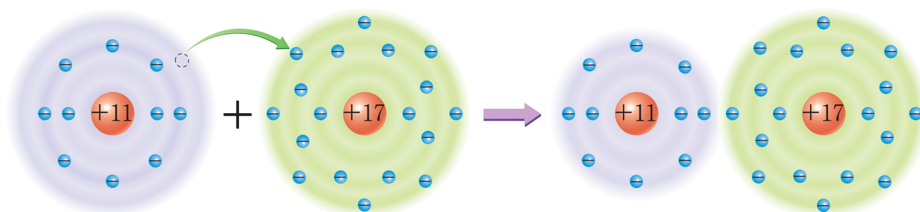
양이온은 (+)전하를 띠고, 음이온은 (−)전하를 띤다. 같은 종류의 전하끼리는 서로 밀어내고, 다른 종류의 전하끼리는 서로 끌어당기는 성질이 있다. 그러므로 양이온과 음이온이 만나면 서로 끌어당기는 힘이 작용하여 달라붙는다.

화합물의 총 전하량
화합물에서 양이온의 전하량과 음이온의 전하량의 합은 '0'이다.

염화 나트륨(NaCl)의 경우 전하가 +1인 나트륨 이온(Na^+)과 전하가 −1인 염화 이온(Cl^-)이 서로 끌어당겨 화합물을 이룬다. 이 두 이온이 만나서 전체 전하가 중성이 되려면 양이온과 음이온의 개수의 비는 1 : 1이어야 한다. 따라서 염화 나트륨은 나트륨 이온과 염화 이온의 개수가 같다.

염화 나트륨이 생성되는 과정을 모형으로 나타내면 다음과 같다.

화학식
화합물을 원소 기호와 숫자를 써서 나타낸 것을 말한다.

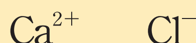


이온식과 화학식	Na^+	Cl^-	NaCl
전하의 종류	(+)전하	(−)전하	중성
이름	나트륨 이온	염화 이온	염화 나트륨

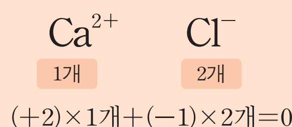
이온으로 이루어진 화합물 중에는 염화 나트륨과 같이 두 이온이 가진 전하량이 같은 경우가 있는가 하면, 두 이온이 가진 전하량이 다른 경우도 있다. 예를 들어 염화 칼슘($CaCl_2$)에서 칼슘 이온(Ca^{2+})은 전하가 +2인 반면, 염화 이온 (Cl^-)은 전하가 −1이다. 이 두 이온이 만나 화합물이 될 때에는 칼슘 이온과 염화 이온의 개수의 비가 1 : 2 이어야 전체 전하가 중성이 된다.

그림 Ⅰ-33 화학식을 나타내는 방법과 화합물의 이름을 읽는 방법

1 일반적으로 화합물의 구성 원소 중 양이온을 먼저 쓰고, 그 뒤에 음이온을 쓴다.



2 전체 전하의 합이 0이 되도록 개수를 조절한다.



3 각 이온의 전하를 지우고, 개수는 이온의 오른쪽 아래에 적는다. 이때 1은 적지 않는다.



4 이온 화합물의 이름은 음이온의 이름인 '염화'를 먼저 읽고, 양이온의 이름인 '칼슘'을 나중에 읽는다.

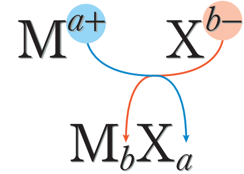
염화 칼슘

❸ 표 Ⅰ-3 이온으로 이루어진 여러 가지 화합물의 화학식

양이온	음이온	화합물
칼륨 이온(K^+)	염화 이온(Cl^-)	염화 칼륨(KCl)
마그네슘 이온(Mg^{2+})	염화 이온(Cl^-)	염화 마그네슘($MgCl_2$)
나트륨 이온(Na^+)	수산화 이온(OH^-)	수산화 나트륨(NaOH)
나트륨 이온(Na^+)	황산 이온(SO_4^{2-})	황산 나트륨(Na_2SO_4)
칼슘 이온(Ca^{2+})	탄산 이온(CO_3^{2-})	탄산 칼슘($CaCO_3$)

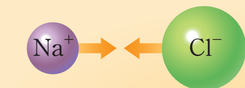
이온 화합물의 화학식을 만드는 간단한 방법

양이온과 음이온의 전하량을 서로 교차하여 얻은 가장 간단한 정수비를 아래 첨자로 적는다.



과학 자료실 염화 나트륨의 형성

나트륨 이온(Na^+)과 염화 이온(Cl^-)이 정전기적 인력으로 결합하더라도 각 이온의 전하는 사라지지 않는다. 따라서 한 개의 나트륨 이온 주위에는 여러 개의 염화 이온이 달라붙고, 한 개의 염화 이온 주위에도 여러 개의 나트륨 이온이 달라붙는다. 이러한 과정이 반복되면 눈에 보일 정도로 덩어리가 커진다.



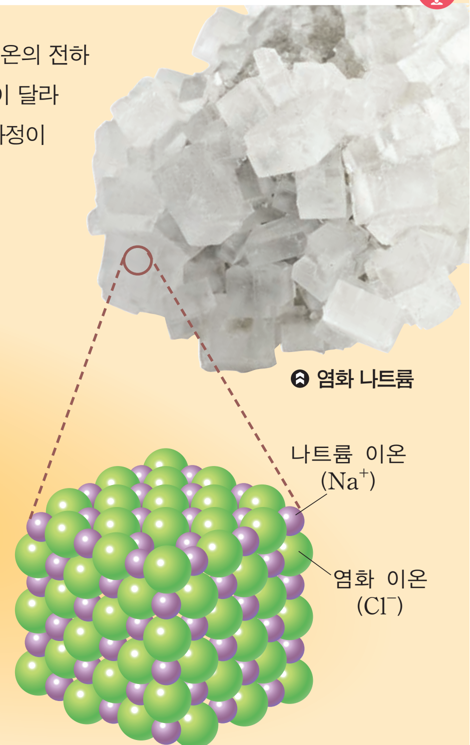
양이온과 음이온 사이에 인력이 작용하여 서로 끌어당긴다.

정전기적 인력은 (+)전하와 (−)전하 사이에 끌어당기는 힘이다.

2개가 결합한 후에도 계속 정전기적 인력으로 다른 이온들과 결합한다.



❹ 염화 나트륨의 형성 과정



❺ 염화 나트륨

자기 주도 학습

개념 확인하기

❶ 양이온과 음이온의 정의를 써 보자.

❷ 칼슘(Ca)이 전자 2개를 잃어 양이온이 되었을 때를 이온식으로 나타내어 보자.

개념 응용하기

충전지에 사용되는 금속 원소인 리튬(Li)은 비금속 원소인 산소(O)와 이온 화합물을 만든다. 리튬 이온과 산화 이온의 이온식과 모형을 함께 나타내어 보자.

2-2 앙금생성 반응

석회 동굴은 이산화 탄소가 녹아 있는 지하수가 석회암 지역을 흐르면서 땅속으로 흘러들어가 암석을 녹이는 과정에서 생긴 동굴이다. 지하수가 흘러들어가 석회암을 녹이면 텅 빈 동굴이 생겨야 하지만, 동굴 안에는 특이한 형태의 지형이 생성된다. 동굴 천장에서 아래로 암석이 자라기도 하고 동굴 바닥에서 위로 자라기도 하며, 위와 아래에서 자란 암석이 서로 만나 기둥을 이루기도 한다.

이러한 지형들은 어떤 성분으로 이루어진 것일까?



학습 목표

- 이온 사이에서 일어나는 앙금생성 반응을 통해 이온의 종류를 구별할 수 있다.
- 앙금생성 반응을 이용하는 예를 찾을 수 있다.

지하수를 보일러 용수로 사용하면 보일러 관 안에 찌꺼기가 쌓여 관의 통로가 좁아지지만, 수돗물을 사용할 때에는 찌꺼기가 쌓이지 않는다. 수돗물과 지하수에는 어떤 차이가 있으며, 찌꺼기와 같은 앙금이 생기는 이유는 무엇일까?

수돗물에는 칼슘 이온(Ca^{2+})이 거의 없지만, 지하수에는 칼슘 이온이 녹아 있다. 또 지하수에는 공기 중의 이산화 탄소가 녹아 있어 탄산 이온(CO_3^{2-})이 생성된다. 이 탄산 이온이 칼슘 이온과 만나면 탄산 칼슘($CaCO_3$)이 생성되는데, 탄산 칼슘은 물에 잘 녹지 않기 때문에 관 속에 쌓이는 것이다.

석회 동굴 안에 생성된 여러 가지 모양의 지형도 이와 같은 과정에 의해 생성된다. 석회암의 주성분인 탄산 칼슘이 지하수에 녹아 칼슘 이온과 탄산수소 이온으로 녹아 있다가 지열에 의해 탄산 이온이 생성되면 칼슘 이온과 탄산 이온이 만나 다시 탄산 칼슘이 생성되면서 여러 가지 모양의 지형을 만들어 내는 것이다.

이처럼 지하수에 녹아 있는 이온은 눈에 보이지 않지만, 탄산 칼슘이 생성됨으로써 칼슘 이온과 탄산 이온이 들어 있음을 알 수 있다. 그렇다면 다른 수용액에서도 앙금생성으로 이온의 종류를 알아낼 수 있을까?



앙금
두 수용액을 섞었을 때 물에 녹지 않고 가라앉는 물질을 말한다.



그림 Ⅰ-34 관석_ 보일러 관 안에 쌓인 찌꺼기



탐구 활동 앙금생성 반응

실험(동영상)

목·표

앙금생성 반응을 통해 이온의 종류를 구별할 수 있다.



과정

❶ 반응판 종이를 투명 비닐 파일 안에 넣는다.

❷ 반응판 종이의 해당 칸에 가로축과 세로축의 용액을 각각 1～2방울씩 떨어뜨리고 변화를 관찰한다.

수용액	질산 나트륨	탄산 나트륨	염화 칼슘	염화 나트륨
질산 나트륨	–			
탄산 나트륨		–		
염화 칼슘			–	
질산 은				



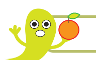
준·비·물

질산 나트륨 수용액, 탄산 나트륨 수용액, 염화 칼슘 수용액, 염화 나트륨 수용액, 질산 은 수용액, 점적병, 반응판 종이, 투명 비닐 파일(또는 투명 유리판)



유·의·점

1. 반응판 종이는 가로축과 세로축에 수용액의 이름을 쓰고, 수용액을 떨어뜨릴 흰색과 검은색의 면을 만들어 미리 인쇄하여 사용한다.
2. 수용액은 검은색과 흰색의 경계면에 떨어뜨린다.



결과

각 반응에서 앙금이 생성된 경우와 생성되지 않은 경우를 다음 표에 기록하고, 앙금이 생성된 경우에는 앙금의 색깔도 함께 정리해 보자.

수용액		질산 나트륨	탄산 나트륨	염화 칼슘	염화 나트륨
질산 나트륨	앙금생성 여부	–			
	앙금 색깔	–			
탄산 나트륨	앙금생성 여부		–		
	앙금 색깔		–		
염화 칼슘	앙금생성 여부			–	
	앙금 색깔			–	
질산 은	앙금생성 여부				
	앙금 색깔				



해석

1 생성된 앙금은 어떤 이온에 의해 만들어진 것인지 정리해 보자.

2 앙금을 생성하지 않는 이온은 어떤 것이 있는지 알아보자.

염화 나트륨 수용액과 질산 칼슘 수용액을 섞으면 아무런 반응이 일어나지 않는다. 염화 나트륨에 포함된 이온과 질산 칼슘에 포함된 이온들은 서로 어떠한 앙금도 만들지 않기 때문이다. 염화 나트륨(NaCl)을 물에 녹이면 나트륨 이온(Na^+)과 염화 이온(Cl^-)으로 나누어지고, 질산 칼슘($Ca(NO_3)_2$)을 물에 녹이면 칼슘 이온(Ca^{2+})과 질산 이온(NO_3^-)으로 나누어진다. 이 두 수용액을 섞으면 네 종류의 이온이 물속에 그대로 존재한다.



그림 Ⅰ-35 염화 나트륨 수용액과 질산 칼슘 수용액을 섞었을 때

반면, 염화 칼슘 수용액과 탄산 나트륨 수용액을 섞으면 흰색 앙금이 생성된다. 염화 칼슘($CaCl_2$)을 물에 녹이면 칼슘 이온(Ca^{2+})과 염화 이온(Cl^-)으로 나누어지고, 탄산 나트륨(Na_2CO_3)을 물에 녹이면 나트륨 이온(Na^+)과 탄산 이온(CO_3^{2-})으로 나누어진다. 이 두 수용액을 섞으면 칼슘 이온과 탄산 이온이 반응하여 물에 잘 녹지 않는 탄산 칼슘($CaCO_3$)이 생성된다. 이때 나트륨 이온(Na^+)과 염화 이온(Cl^-)은 반응하지 않고 용액 속에 그대로 남아 있다.

염화 칼슘 수용액과 탄산 나트륨 수용액을 섞었을 때의 앙금생성 반응

$Ca^{2+} + CO_3^{2-} \longrightarrow CaCO_3$ (흰색 앙금)

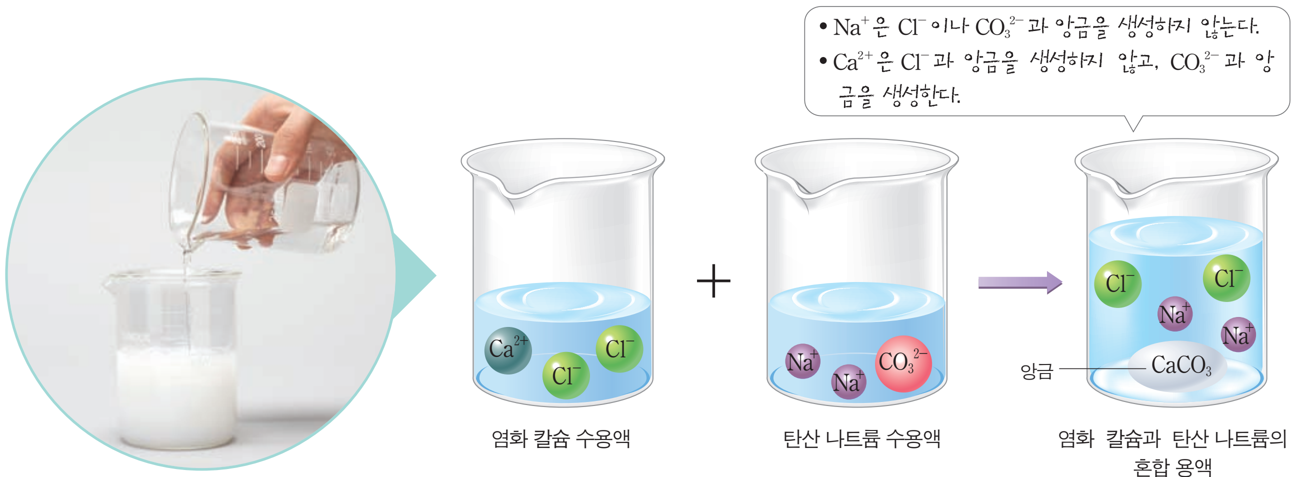


그림 Ⅰ-36 염화 칼슘 수용액과 탄산 나트륨 수용액을 섞었을 때

앙금이 생성되지 않으면 수용액은 투명한 색을 띠지만, 앙금이 생성되면 흰색이나 다른 색깔을 띠면서 뿌옇게 흐려진다.

우리가 먹는 음료에 들어 있는 이온의 종류도 앙금생성 반응으로 확인할 수 있다. 탄산음료에 질산 은 수용액을 떨어뜨리면 연한 노란색의 앙금이 생성된다. 이것은 탄산음료에 들어 있는 탄산 이온(CO_3^{2-})이 질산 은의 은 이온(Ag^+)과 반응하여 탄산 은(Ag_2CO_3)이 생성되기 때문이다. 또 이온 음료에 질산 은 수용액을 떨어뜨리면 흰색 앙금이 생성된다. 이것은 이온 음료 속의 염화 이온(Cl^-)과 질산 은의 은 이온(Ag^+)이 반응하여 염화 은(AgCl)이 생성되기 때문이다.

그림 Ⅰ-37 탄산음료에 질산 은 수용액을 떨어뜨릴 때

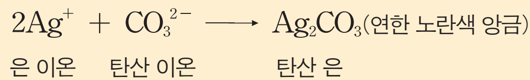
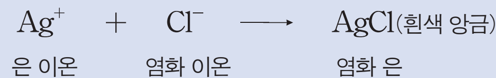






그림 Ⅰ-38 이온 음료에 질산 은 수용액을 떨어뜨릴 때



이온들 중에는 염화 나트륨의 나트륨 이온과 같이 앙금을 생성하지 않고 물에 잘 녹아 있는 이온이 있는가 하면, 염화 은의 은 이온과 같이 앙금을 잘 생성하는 이온이 있다.

표 Ⅰ-4 앙금이 생성되는 이온과 앙금이 생성되지 않는 이온

양이온 \ 음이온		염화 이온(Cl^-)	황화 이온(S^{2-})	탄산 이온(CO_3^{2-})	황산 이온(SO_4^{2-})
칼슘 이온(Ca^{2+})	앙금생성 여부	X	X	탄산 칼슘($CaCO_3$)	황산 칼슘($CaSO_4$)
	앙금 색깔	X	X	흰색	흰색
아연 이온(Zn^{2+})	앙금생성 여부	X	황화 아연(ZnS)	탄산 아연($ZnCO_3$)	X
	앙금 색깔	X	흰색	흰색	X
은 이온(Ag^+)	앙금생성 여부	염화 은(AgCl)	황화 은(Ag_2S)	탄산 은(Ag_2CO_3)	황산 은(Ag_2SO_4)
	앙금 색깔	흰색	검은색	연노란색	흰색
납 이온(Pb^{2+})	앙금생성 여부	염화 납($PbCl_2$)	황화 납(PbS)	탄산 납($PbCO_3$)	황산 납($PbSO_4$)
	앙금 색깔	흰색	검은색	흰색	흰색



염화 납은 흰색 앙금이다. 염화 납 속에 포함된 이온은 무엇인가?

앙금생성 반응의 이용

산업 단지에서 흘러나오는 폐수 중 중금속 이온이 들어 있는 경우에는 하천으로 흘러들어오면 위험하다. 대부분의 중금속은 한번 배출되면 먹이 연쇄를 따라 이동하므로 동물과 식물뿐만 아니라 사람에게도 영향을 미치기 때문이다. 또한 미량이라도 몸속에 쌓이면 잘 배출되지 않고 오랜 시간에 걸쳐 부작용을 나타낸다. 이러한 중금속 이온을 제거할 수 있는 방법은 없을까?

중금속
납, 카드뮴, 수은 등과 같이 비중이 4.0 이상인 금속이다.
비중은 4℃, 1기압에서 물의 밀도를 1이라고 했을 때, 이와 비교한 상대값이다.



그림 Ⅰ-39 광물을 캐내던 곳에서 흘러나오는 물속에 중금속 이온이 포함되어 있다.

폐수 속의 중금속 이온과 앙금을 잘 생성하는 이온을 넣어 앙금을 만들면 중금속 이온을 제거할 수 있다. 예를 들어 납 이온(Pb^{2+})을 제거하려면 납 이온과 앙금을 만들 수 있는 아이오딘화 이온(I^{-})이 포함되어 있는 아이오딘화 칼륨(KI) 수용액을 넣으면 된다. 아이오딘화 이온은 납 이온과 반응하여 노란색의 아이오딘화 납(PbI_2) 앙금을 생성하므로 폐수 속에서 납 이온을 제거할 수 있다. 또 폐수 속에 카드뮴 이온(Cd^{2+})이 들어 있을 때에도 황화 이온(S^{2-})이 포함되어 있는 황화 나트륨 (Na_2S)을 넣으면 노란색의 황화 카드뮴(CdS) 앙금이 생성되어 카드뮴 이온을 제거할 수 있다.

자기 주도 학습

개념 확인하기

황산 나트륨 수용액과 염화 칼슘 수용액을 섞었을 때 생성되는 앙금의 화학식을 쓰고, 이로부터 알 수 있는 이온의 종류를 써 보자.

생활 속 문제 해결하기

지하수에는 칼슘 이온과 마그네슘 이온이 들어 있어 지하수로는 세탁이 잘 안 된다. 이 두 이온을 없애는 방법을 써 보자.

망가니즈 단괴


망가니즈 단괴

1875년 영국의 해양 조사선 챌린저호의 해양 탐사 과정에서 해저에 망가니즈 단괴가 존재한다는 것이 처음으로 알려졌다. 감자와 비슷한 크기와 모양을 지닌 이 물질은 40여 가지의 유용한 금속을 포함하고 있는 검은색의 금속 광물이다. 주요 성분이 이산화 망가니즈(MnO_2)이므로 망가니즈 단괴라고 부르며, 이 밖에도 구리(Cu), 니켈(Ni), 코발트(Co) 등의 금속이 포함되어 있어 바다의 '검은 진주'라고 불리기도 한다.

망가니즈 단괴는 조개껍데기, 산호, 암석 등을 핵으로 하여 해수에 포함된 금속 이온의 앙금생성 반응으로 만들어진다. 앙금이 될 때 나무의 나이테처럼 동심원 형태를 이루며, 천 년에 0.01~1 mm씩 성장할 만큼 매우 느리게 만들어진다. 주로 북동태평양 클라리온-클리퍼톤 해역에 많이 분포되어 있고, 우리나라는 유엔 해양법 협약에 따라 1994년 태평양의 공해상인 이 지역에 망가니즈 단괴 탐사 광구를 국제 해저 기구에 등록함으로써 세계에서 일곱 번째 망가니즈 단괴 탐사 광구를 확보한 국가가 되었다. 그리고 그 동안의 탐사 활동 결과를 토대로 2002년 마침내 7만 5천 km^2(남한 면적의 $\frac{3}{4}$)의 독점 개발 탐사 광구를 확보하였다.

우리나라의 독점 개발 탐사 광구 내에 있는 망가니즈 단괴 자원의 추정량은 약 5억 1천만 톤으로서, 우리나라가 연간 300만 톤 규모로 채광할 경우 100년 이상 개발할 수 있는 엄청난 양이다. 따라서 망가니즈 단괴를 해양으로 끌어올리기 위한 채광 시스템을 개발하는 등 관련 장비와 로봇 등의 심해 해양 장비 개발을 본격화하고 있다.

우리나라와 같이 자원이 빈약한 나라에서 망가니즈 단괴와 같은 심해저 광물을 개발하는 것은 자원을 확보할 수 있는 중요한 사업이 될 수 있다.

(자료: 국토 해양부)





온누리호
길이 63.8 m, 폭 12 m인 우리나라의 종합 해양 조사선으로, 해양 자원에 관한 탐사 활동을 벌인다.

2-3 이온의 존재와 이용

등산을 하다 보면 곳곳에서 약수터를 볼 수 있다. 옛날 어른들은 운동 삼아 아침 일찍 약수터에서 약수를 떠오기도 하셨지만, 요즘은 유명한 약수터를 찾아 일부러 여행을 하기도 한다. 그중 하나가 강원도 양양군에 있는 오색 약수터이다. 오색 약수는 탄산수로서, 위장병이나 빈혈 등에 효과가 있는 것으로 알려져 있으며 특히 철 이온이 많이 녹아 있다. 이 밖에도 우리 주변에는 어떤 이온들이 존재할까?



학습 목표

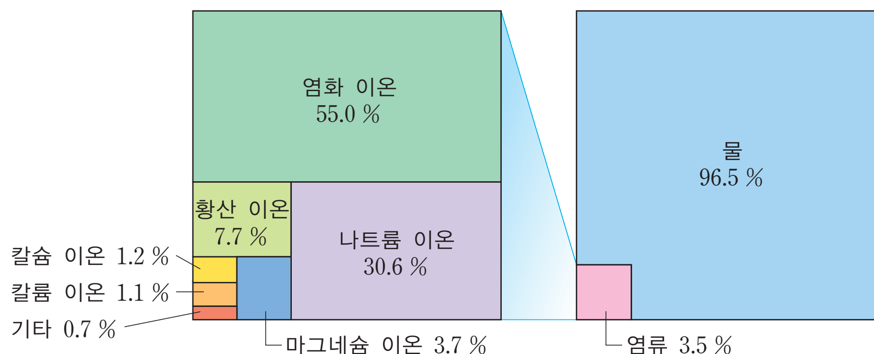
- 우리 주변에 이온이 존재함을 설명할 수 있다.
- 일상생활에서 이온이 이용되는 예를 찾을 수 있다.

물속의 이온

빗물은 땅속을 흐르면서 흙에 포함된 물질을 녹인다. 이때 그 물질 속에 들어 있는 다양한 이온들이 지하수에 녹아들어 가면서 약수터마다 물의 맛이 조금씩 달라진다. 예를 들어 오색 약수터의 물은 철 이온(Fe^{2+})이 많이 들어 있어서 약간 쓴맛이 나고, 충청 지역에 있는 초정 약수터의 물에는 탄산수소 이온(HCO_3^-)이 많이 들어 있어서 톡 쏘는 맛이 난다.

지구 상의 물은 바닷물이 약 97.2 %, 빙하와 같은 민물이 약 2.8 %를 차지하고 있다. 바닷물에는 지구 상에 존재하는 거의 모든 종류의 원소가 이온으로 녹아 있으며, 약숫물이나 강물보다 훨씬 많은 양의 이온을 포함하고 있다. 특히 염화 이온과 나트륨 이온이 많이 녹아 있는데, 지역이나 기후, 수심 등에 따라 포함하고 있는 이온의 양이 조금씩 다르다. 그러나 이온의 종류별 비율은 오랜 시간에 걸쳐 전 세계 바다에 골고루 섞이므로 어느 곳에서나 비슷하다.

그림 Ⅰ-40 바닷물에 들어 있는 이온의 질량비(자료: Chemical storylines)





예외적으로 이스라엘의 사해는 흘러들어오는 강물이 적고 물이 빠져나가는 곳이 없다. 따라서 사해에는 녹아 있는 이온이 매우 많아 물의 밀도가 크기 때문에 사람이 뜨기도 하고, 일부에서는 이온이 더 이상 녹아 있지 못하고 소금 기둥이 생긴 곳도 있다.

소금의 용해에 따른 밀도의 변화
소금이 물에 용해될 때 소금을 구성하는 이온들이 물 분자들 사이에 들어가므로 소금물의 밀도는 물의 밀도보다 크다.

사람 몸속의 이온

사람의 혈액과 조직액에도 이온이 존재한다. 혈액과 조직액 속에 녹아 있는 주된 이온은 바닷물 속에 녹아 있는 이온과 같은 염화 이온과 나트륨 이온이며, 이 밖에도 탄산수소 이온, 칼륨 이온, 칼슘 이온 등이 녹아 있다.

우리 몸속의 이온은 생명을 유지하는 데 매우 중요한 역할을 한다. 심장이 움직이거나 자극이 전달되는 과정은 미세한 전기 신호에 의해 이루어지는데, 이때 이온이 신호를 전달하는 데 영향을 미친다. 또한 우리 몸의 약 70 %인 물은 세포 내부, 세포와 세포 사이, 혈액과 림프액, 위를 비롯한 여러 장기의 내부 등 모든 부분에 여러 가지 이온을 포함하는 수용액으로 존재한다.



그림 Ⅰ-41 온몸을 돌고 있는 혈액

칼슘 이온은 우리 몸속에 가장 많이 들어 있는 이온으로, 99 %는 물에 녹지 않는 수산화인산 칼슘의 형태로 뼈와 치아를 구성하고 있다. 따라서 평소에 칼슘을 적절히 섭취하여 칼슘이 부족하지 않도록 해야 한다.

철 이온은 우리 몸속에서 칼슘 이온, 나트륨 이온 등에 비해 훨씬 적은 양이 존재한다. 그러나 철 이온은 혈액 속의 헤모글로빈을 구성하는 성분이며, 헤모글로빈은 폐에서 각 조직으로 산소를 공급하는 역할을 하기 때문에 철 이온 또한 생명 유지에 꼭 필요한 이온이다. 혈액 속 헤모글로빈의 철 이온은 온몸을 돌면서 산소가 많은 폐에서 산소와 결합하고, 산소가 부족한 조직에서는 산소를 내놓음으로써 조직 세포에 산소를 공급한다.

조직액
모세 혈관에서 스며나와 세포와 세포 사이를 채우고 있는 액체이다.

잠깐 체크 사람의 혈액이나 조직액 속에 공통적으로 많이 포함되어 있는 이온 두 가지는 무엇인가?

광물 속의 이온

금이나 은은 원소 상태로 매장되어 있지만 철, 구리, 납, 아연, 알루미늄 등과 같은 금속은 황화 이온, 산화 이온, 탄산 이온 등과 물에 잘 녹지 않는 앙금을 형성하여 땅속에 광물로 매장되어 있다. 이 금속 이온 중 대부분은 바다에서 음이온과 만나 앙금을 이루면서 퇴적된다. 오랜 세월 동안 퇴적되어 굳어진 것 중 일부는 지각 변동으로 육지에서 쉽게 발견되지만 아직 바다에 가라앉아 있는 것도 있다.

금속 이온들 중에는 찬란한 색깔을 나타내는 것들이 있다. 같은 옷이라도 어떤 색깔로 만들어져 있는지에 따라 다른 느낌을 주는 것처럼 비슷한 광물이라도 포함된 금속 이온의 종류에 따라 아름다운 색깔을 띠게 되면 평범한 돌에서 보석으로 변신하게 된다.

예를 들어 알루미늄 이온과 산화 이온으로 이루어진 산화 알루미늄은 평범한 무색 투명한 결정이다. 그런데 약간의 크로뮴 이온을 포함하면 붉은색의 루비가 되고, 약간의 철 이온과 타이타늄 이온을 포함하면 파란색의 사파이어가 된다.

이산화 규소로 이루어진 수정 역시 맑고 투명한 결정이지만, 약간의 철 이온을 포함하면 보라색을 나타내는 자수정이 된다.



그림 Ⅰ-42 루비

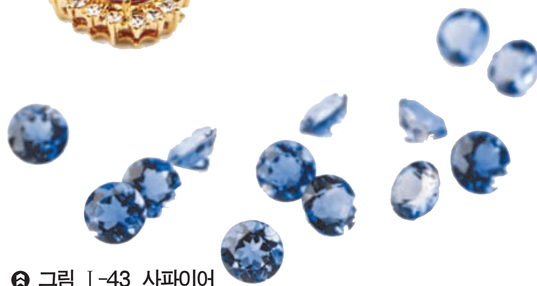


그림 Ⅰ-43 사파이어



그림 Ⅰ-44 자수정

자기 주도 학습

개념 확인하기	생활 속 문제 해결하기	창의력 키우기
바닷물 속에 가장 많이 들어 있는 이온은 무엇인가?	우리 일상생활 속에 존재하거나 이용되는 이온을 찾아보자.	사람이 감전되는 것은 체액의 어떤 성분과 연관이 있는지 설명해 보자.

위험한 이온

금속 이온 중에는 납 이온, 수은 이온, 카드뮴 이온 등과 같이 우리의 건강이나 목숨을 위협하는 것들도 있다. 이러한 이온이 몸속에 들어가면 단백질과 결합하여 단백질의 정상적인 작용을 방해하는데, 특히 물에 잘 녹지 않는 앙금을 만들어 배출되지 않고 뼈나 근육에 축적됨으로써 큰 질병을 일으킨다.

납은 도자기의 유약, 자동차의 배터리, 땜납, 농약, 페인트 등에 사용되는데, 조금씩 물에 녹아서 납 이온으로 식수 등을 통해 우리 몸속으로 들어올 수 있다. 납 이온은 적혈구의 생성을 방해하고 콩팥, 간, 뇌 등에 장애를 일으킨다. 고대 로마에서는 수도관을 납으로 만들었고 술잔과 조리 기구 등도 납으로 만들어 사용했는데, 이에 따른 납 중독이 로마의 멸망과 관련이 있다는 견해도 있다.

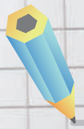
수은은 상온에서 액체로 존재하는 유일한 금속이다. 체온계, 혈압계, 수은등, 형광등 등에 이용되며, 다른 금속과 아말감이라는 합금을 형성하여 치과에서 충치를 치료할 때의 재료로도 사용된다. 수은 이온이 몸속으로 흡수되면 뇌혈관을 타고 뇌로 들어가 중추 신경을 마비시켜 손발의 마비, 언어 장애, 시각 장애 등을 일으킨다. 1956년에 일본의 미나마타 현에서 집단 수은 중독으로 수많은 사람이 사망한 사건이 발생하면서 수은 중독증을 미나마타병이라고도 한다.

카드뮴은 가공이 쉽고 광택이 좋아 도금이나 합금, 플라스틱이나 고무 등에 색깔을 내는 안료나 전지 등에 사용된다. 우리 몸속에 들어온 카드뮴 이온은 주로 간과 콩팥에 축적된다. 특히 콩팥에 축적된 카드뮴 이온은 칼슘 이온의 배출을 촉진시켜 뼈로부터 칼슘 이온이 빠져나오게 한다. 따라서 카드뮴 이온에 중독되면 뼈가 약해져 쉽게 부러지고 온몸에 통증을 느끼게 된다. '이타이'는 '아프다'라는 뜻의 일본어인데, 카드뮴 중독증은 통증이 매우 심해 이타이이타이병이라고도 불린다.


납

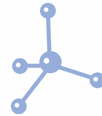

수은


카드뮴 도금

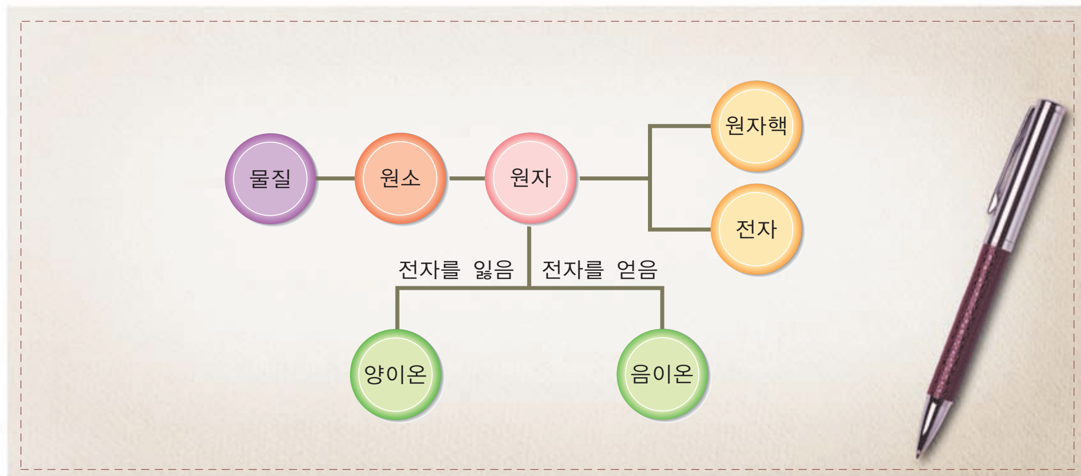


대단원 마무리

Ⅰ. 물질의 구성


개념 정리하기



❶ 물질을 이루는 가장 기본적인 성분은 [　　　]이다.

❷ 물을 이루고 있는 원소는 수소와 [　　　]이다.

❸ 공기를 구성하는 원소 중 가장 많은 부피를 차지하는 것은 [　　　]이다.

❹ 금속 원소와 비금속 원소 중 전기와 열을 잘 통하고 힘을 가하면 얇게 펴지는 성질을 가진 것은 [　　　] 원소이다.

❺ 탄소는 원소 기호로 나타내면 [　　　]이고, 원소 Cl의 이름은 [　　　]이다.

❻ 물질 속에 포함된 금속 원소는 [　　　]와/과 스펙트럼으로 확인할 수 있다.

❼ 돌턴은 [　　　]을/를 더 이상 쪼갤 수 없는 가장 작은 입자라고 하였다.

❽ 원자는 중심에 [　　　]이/가 있고, 그 주위를 [　　　]이/가 돌고 있다.

❾ 원자가 전자를 얻으면 [　　　]이/가 되고, 전자를 잃으면 [　　　]이/가 된다.

❿ 나트륨 원자의 총 전하는 [　　　]이고, 나트륨 이온의 총 전하는 [　　　]이다.

⓫ Ca^{2+}은 Ca이 전자를 2개 잃어서 된 것이며, 이름은 [　　　](이)라고 부른다.

⓬ 산화 이온을 이온식으로 나타내면 [　　　]이다.

⓭ 나트륨 이온과 염화 이온이 결합하면 [　　　]이/가 생성되며, 이 화합물을 화학식으로 나타내면 [　　　]이다.

⓮ 염화 나트륨 수용액에 질산 은 수용액을 떨어뜨리면 흰색 앙금인 [　　　]이/가 생성된다. 이를 통해 양이온인 [　　　]와/과 음이온인 [　　　]을/를 확인할 수 있다.

⓯ 혈액 속 헤모글로빈의 구성 성분인 [　　　]은/는 폐에서 산소와 결합했다가 각 조직으로 산소를 공급하여 생명 활동에 도움을 준다.

개념 적용하기



1 여러 학자들이 주장한 물질관에 대한 설명으로 옳은 것은?

① 탈레스는 공기를 모든 물질의 근원이라고 생각하였다.
② 아리스토텔레스는 4원소설이 옳지 않음을 실험으로 증명하였다.
③ 엠페도클레스는 모든 물질의 근원이 되는 원소가 물이라고 주장하였다.
④ 라부아지에는 네 가지 성질이 조화를 이루어 4원소가 서로 변환된다고 주장하였다.
⑤ 데모크리토스는 모든 물질을 계속 쪼개어 나가면 더 이상 쪼갤 수 없는 입자가 남는다고 주장하였다.

2 원소에 대한 설명으로 옳은 것을 〈보기〉에서 있는 대로 고르시오.

보기
ㄱ. 화학적 방법으로도 더 이상 분해되지 않는다.
ㄴ. 공기 속 성분 중 하나인 이산화 탄소는 원소이다.
ㄷ. 구리와 철은 한 가지 종류의 원소로 이루어져 있다.
ㄹ. 현재까지 알려진 원소는 모두 자연 상태에서 발견된 것이다.

3 다음에서 설명하는 원소의 이름과 원소 기호를 옳게 짝지은 것은?

대기의 약 21 %를 차지하고 있다. 물질이 연소할 때 꼭 필요하며, 금속이 공기 중에서 녹스는 것은 이것 때문이다.

① 질소 – N
② 탄소 – C
③ 산소 – O
④ 플루오린 – F
⑤ 수소 – H

4 원소 기호에 대한 설명으로 옳은 것은?

① 원소 기호는 항상 대문자로 나타낸다.
② 원소 기호는 항상 두 글자로 나타낸다.
③ 모든 원소 기호는 그리스 어에서 시작되었다.
④ 현재는 멘델레예프가 제안한 원소 기호를 사용하고 있다.
⑤ 두 글자로 된 원소에서 첫 글자를 대문자로 쓰고, 두 번째 글자는 소문자로 나타낸다.

5 불꽃 반응을 시켰을 때 같은 불꽃색을 나타내는 물질 2개를 고르면?

① 염화 구리
② 염화 칼륨
③ 질산 구리
④ 질산 나트륨
⑤ 질산 스트론튬

6 다음에서 설명하고 있는 것은 무엇인지 쓰시오.

- 19세기 초에 영국의 과학자 돌턴은 더 이상 쪼개지지 않는 가장 작은 입자라고 설명하였다.
- 원자핵과 전자로 구성되어 있다.

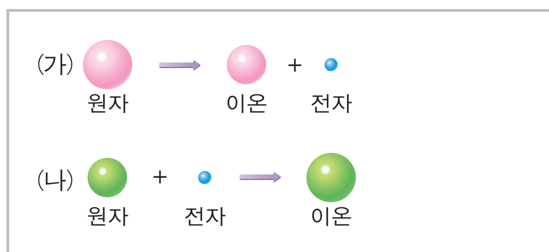
7 돌턴의 원자설에 대한 설명으로 옳은 것은?

① 실험으로 원자가 쪼개지지 않음을 알아내었다.
② 원자 2개가 결합하여 새로운 원자가 생성되기도 한다.
③ 화학 반응에서 원자는 없어지거나 새로 생겨나지 않는다.
④ 화학 반응에서 한 원자는 다른 종류의 원자로 바뀔 수 있다.
⑤ 같은 원소의 원자라고 해서 크기, 모양, 질량이 항상 같은 것은 아니다.

개념 적용하기



8 (가)와 (나)는 두 가지 이온이 만들어지는 과정을 모형으로 나타낸 것이다.

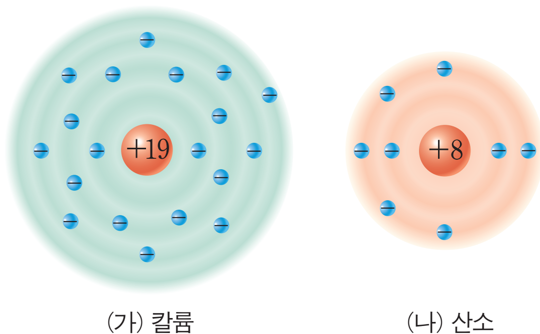


이에 대한 설명으로 옳은 것을 〈보기〉에서 있는 대로 고르시오.

보기

ㄱ. (가)에서 만들어진 이온은 (+)전하를 띠고 있다.
ㄴ. (나)에서 만들어진 이온은 전류를 흘려주면 (−)극으로 이동한다.
ㄷ. (가)에서 만들어진 이온과 (나)에서 만들어진 이온은 서로 인력이 작용한다.
ㄹ. (가)에서 만들어진 이온은 음이온이고, (나)에서 만들어진 이온은 양이온이다.

9 금속 원소의 원자들은 양이온이 되는 경향이 있고, 비금속 원소의 원자들은 음이온이 되는 경향이 있다. 아래 그림의 두 원자가 이온으로 되었을 때 예상되는 이온의 모형을 그려 보고, 이온식을 쓰시오.



(가) 칼륨 (나) 산소



10 수용액 중의 이온과 이온의 이름이 잘못 짝지어진 것은?

① K^{2+} – 칼륨 이온
② OH^{-} – 수산화 이온
③ Na^{+} – 나트륨 이온
④ CO_3^{2-} – 탄산 이온
⑤ NH_4^{+} – 암모늄 이온

11 다음은 몇 가지 물질의 수용액을 혼합하여 앙금 생성 여부를 조사한 실험 결과이다.

〔결과 1〕 AX 수용액에 BY_2 수용액을 섞었더니 흰색 앙금이 생겼다.
〔결과 2〕 AZ 수용액에 BY_2 수용액을 섞었더니 노란색 앙금이 생겼다.
〔결과 3〕 AX 수용액에 CY 수용액을 섞었더니 아무 변화도 일어나지 않았다.

흰색 앙금과 노란색 앙금의 화학식을 각각 쓰시오.

12 이온의 존재와 이용에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 바닷물에는 많은 종류의 이온이 존재한다.
② 사람의 혈액에는 이온이 존재하지 않는다.
③ 이온 음료는 우리 몸속의 이온과 성분이 비슷하다.
④ 사람의 몸속에도 이온이 있어 전류가 흐를 수 있다.
⑤ 채소나 해초에 들어 있는 이온을 음식물로 섭취하기도 한다.

개념 응용하기

창의력 키우기

1 요즘에는 생활용 자전거에서부터 산악용 자전거까지 그 종류가 다양하다. 자전거를 이루고 있는 원소를 부위별로 조사해 보시오.



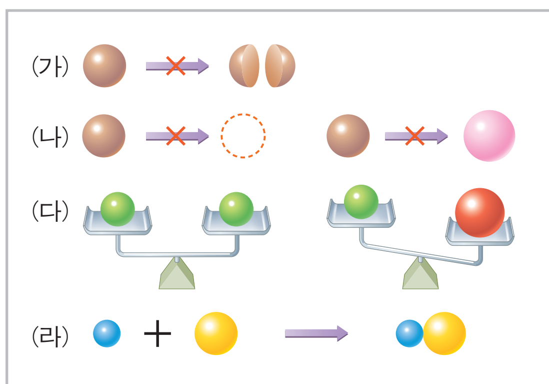
탐구력 기르기

2 밤하늘을 수놓는 불꽃놀이에서 눈부신 흰색 광채 및 붉은색, 황록색, 청록색의 불빛은 어떤 원소를 포함한 물질 때문인지 쓰시오.



탐구력 기르기

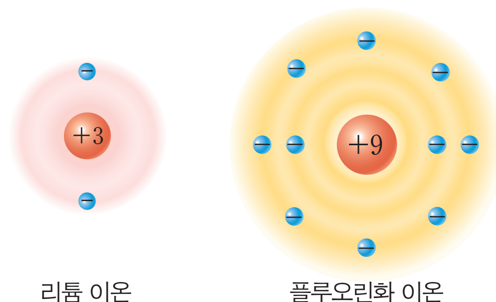
3 그림은 돌턴의 원자설을 모형으로 나타낸 것이다.



현대 원자설과 비교하여 수정되어야 할 원자설을 고르고, 수정 사항을 쓰시오.

탐구력 기르기

4 그림은 금속 원소와 비금속 원소가 이온이 된 상태를 모형으로 나타낸 것이다.



(1) 각각 이온이 형성된 과정을 설명하고, 이온식을 쓰시오.

(2) 두 이온이 만나 형성되는 화합물의 화학식과 이름을 쓰시오.

창의력 키우기

5 납(Pb)은 사람의 몸속에 들어오면 쉽게 배출되지 않고 체내에 축적된다. 축적된 후 오랜 시간이 흐르면 중독 증상이 나타나므로 위험하다. 이러한 납 이온(Pb^{2+})이 공장의 폐수 속에 포함되어 있는지 확인할 수 있는 방법을 조사해 보시오.

창의 · 인성 키우기

6 먹는 샘물 속에 들어 있는 이온의 종류를 조사하고, 여러 가지 이온이 들어 있는 이유를 설명해 보시오.



영(Young, T. ; 1773~1829)



영은 영국의 의사, 물리학자, 생리학자, 언어학자이다. 영은 1773년 영국 남서부에서 태어나 14세 때 그리스 어, 라틴 어를 배웠고 프랑스 어, 이탈리아 어, 독일어 등 여러 나라의 언어를 능숙하게 사용하였다. 그는 케임브리지 대학에서 의학을 공부하였고 21세에는 왕립 학회의 특별 연구원이 되었다.

그는 의사로서 인간의 감각에 대한 연구를 진행하던 중 소리와 빛에 관심을 가지게 되었다. 이에 따라 소리와 빛에 대한 연구를 진행하여 1801년에는 빛이 파동의 성격을 갖는다고 주장하였다.

영은 눈 안에 색을 감지하는 세포가 있음을 밝혔고 악기의 조율이나 상형 문자 해독에도 관심이 많았다.



Ⅱ 빛과 파동

❖ 이 단원에서는

해안가에서 파도와 함께 햇빛을 찍으면 멋진 장면이 연출되기도 한다. 사진을 찍는다는 것은 순간을 포착하여 카메라에 빛을 담는 것이다. 빛과 파동은 각각 어떤 특징을 가지고 있을까?

이 단원에서는 빛의 진행에 대한 이해를 바탕으로 물체가 보이는 원리, 거울과 렌즈의 특징에 대하여 이해한다. 또 파동의 발생과 전파 과정을 이해하고, 소리가 들리는 과정과 여러 가지 악기가 내는 소리의 특성을 알아보자.

1

» 중단원 미리 보기

빛



물체를 보는 원리

어두운 바닷가에서 배가 등대의 불빛을 보고 길을 찾는 것처럼 사람은 빛을 통해 물체를 본다. 우리가 물체를 보는 원리는 무엇일까?



빛의 합성

빨간색, 초록색, 파란색을 빛의 3원색이라고 한다. 사람은 어떻게 색을 구별할 수 있을까?

우리는 빛이 있기 때문에 물체를 보고, 색을 구별할 수 있다. 또 빛은 거울에 반사되거나 렌즈에 굴절되어 우리 눈에 들어오기도 한다.

빛은 어떻게 나아가고 우리는 빛을 어떻게 인식하게 되는 걸까?



거울

잔잔한 호수에 반사된 풍경처럼 우리는 거울에 비추어 물체를 볼 수 있다. 여러 가지 거울을 통해 보는 상은 어떤 모습으로 보일까?



렌즈

할아버지의 돋보기 안경으로 글자를 보면 글자가 커 보인다. 볼록 렌즈와 오목 렌즈를 통해 물체를 보면 어떻게 보일까?

1-1 물체를 보는 원리





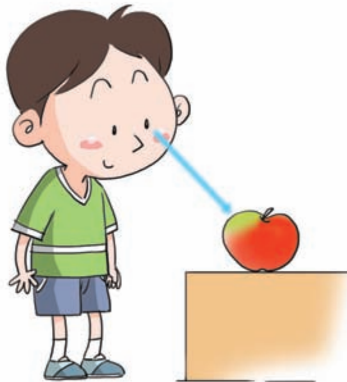
학습 목표

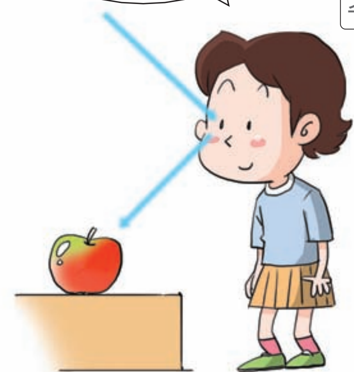
- 물체를 보는 원리를 설명할 수 있다.

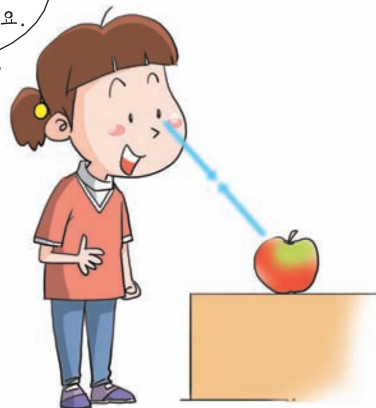
우리는 눈을 뜨면 여러 가지 물체를 볼 수 있고, 눈을 감으면 더 이상 물체를 볼 수 없게 된다. 사람이 받아들이는 정보 중에는 청각이나 촉각 등 다른 감각에 의한 정보보다 시각 정보가 훨씬 많다.

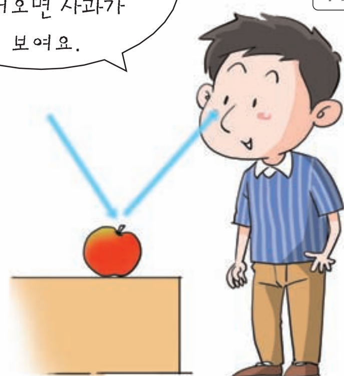
우리가 물체를 보는 것은 어떤 과정을 통해 이루어지는지 다음 네 사람의 의견을 통해 알아보자.

사과를 보는 과정을 설명한 네 사람 중 누구의 말이 옳을까?









빛이 없는 어둠 속에서는 물체를 볼 수 없다. 따라서 물체를 보기 위해서는 빛이 있어야 한다. 즉, 물체가 스스로 빛을 내거나 빛이 물체를 비추어 주면 물체를 볼 수 있다. 이때 스스로 빛을 내는 물체를 **광원**이라고 한다. 광원에는 태양, 전등, 촛불 등이 있다.

그림 Ⅱ-1 다양한 광원







광원에서 나온 빛이 눈에 직접 들어오면 우리는 광원을 보게 된다. 또 광원에서 나온 빛이 물체에 닿으면 이 빛은 물체에서 반사되어 모든 방향으로 나아가는데 그 반사된 빛이 눈에 들어오면 우리는 물체를 보게 된다.

빛의 반사
물체를 비춘 빛이 물체의 표면에 닿아서 되돌아 나가는 현상이다.



스스로 빛을 내는 물체를 무엇이라고 하는가?

친구는 광원에서 눈으로 직접 들어오는 빛에 의해 광원을 본다.

광원에서 나온 빛은 친구의 몸에 닿으면서 모든 방향으로 반사된다.

친구의 몸에서 반사되는 빛 중 일부가 내 눈에 들어오게 되고, 그 빛에 의해 나는 친구를 보게 된다.

광원

그림 Ⅱ-2 물체를 보는 과정



더 자세히

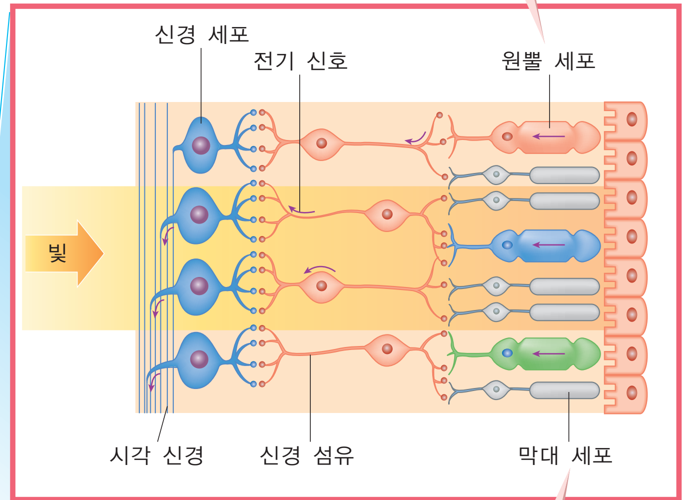
어두운 곳에서는 막대 세포가 빛을 감지하고, 비교적 밝은 곳에서는 원뿔 세포가 빛을 감지한다.

우리가 물체를 보고 인식할 수 있는 것은 물체에서 반사되어 눈으로 들어온 빛을 망막에 있는 시각 세포가 감지하기 때문이다. 시각 세포에는 **원뿔 세포**와 **막대 세포**가 있는데, 눈으로 들어온 빛이 시각 세포에 닿으면 전기 신호가 만들어진다. 이 전기 신호가 시각 신경을 따라 뇌로 전달되면 우리는 물체를 인식하게 된다.



시각 세포의 종류에는 무엇이 있는가?

빨간색, 초록색, 파란색을 빛의 3원색이라고 한다.
우리의 뇌는 세 종류의 원뿔 세포가 받아들인 신호의 세기를 조합하여 색을 판단한다.



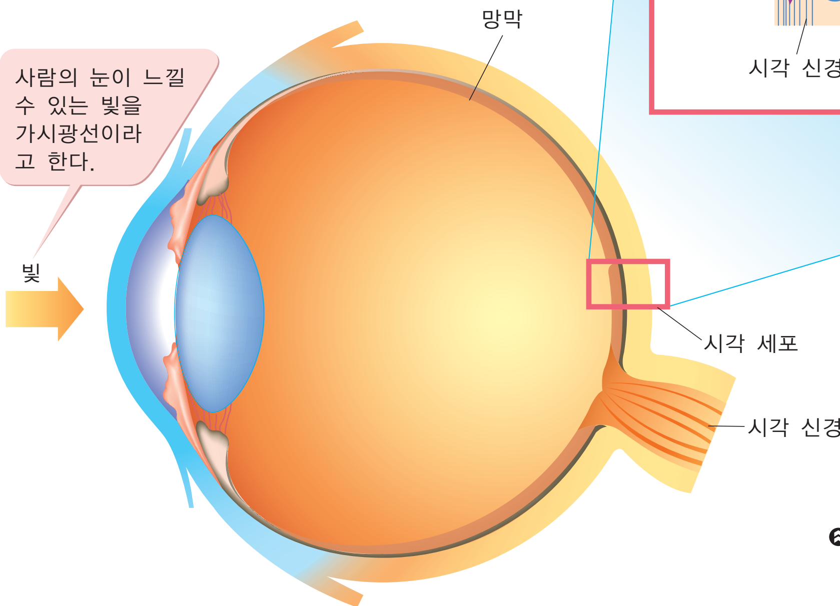


그림 Ⅱ-3 시각 세포와 빛의 인식

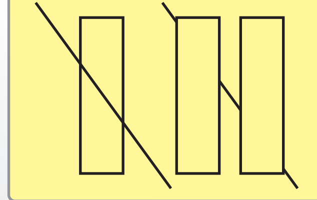
자기 주도 학습

개념 확인하기	생활 속 문제 해결하기	과학과 생활 연관 짓기
물체를 보는 과정을 설명해 보자.	빛이 없는 땅속에서 생활하는 두더지는 어떻게 물체를 인식하는지 조사해 보자.	사람의 눈으로 물체를 보는 원리를 이용하여 만든 기기를 우리 주변에서 찾아보자.

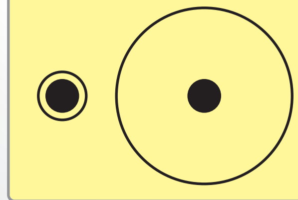


보이는 것이 모두 진실은 아니야!

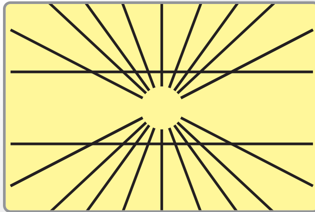
과학에서는 관찰을 통한 현상의 분석이 매우 중요하다. 이러한 관찰의 대부분은 눈을 통한 시각 정보로 이루어지는데, 착시 현상은 눈으로 직접 관찰한 현상이 사실이 아닐 수도 있음을 보여 준다. 그림과 같이 착시는 특정한 조건에서 정상적인 눈으로 보는 모습이 실제 모습과 다르게 보이는 현상을 말한다.



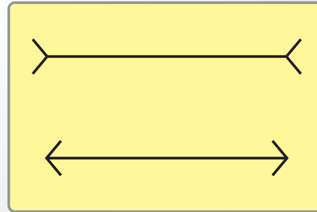
직사각형에 가려진 선이 꺾여 보이지만, 실제로 연결해 보면 일직선이다.



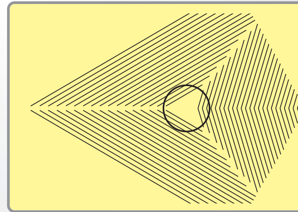
원 안의 두 점은 왼쪽의 점이 크게 보이지만, 실제로 같은 크기의 점이다.



수평선이 휘어 보이지만, 실제로 서로 평행한 일직선이다.



수평선의 길이가 다르게 보이지만, 실제로 두 수평선의 길이는 같다.



원이 찌그러져 보이지만, 실제로 찌그러져 있지 않다.

트릭 아트

트릭 아트는 색의 명도나 거리에 따른 착시 현상을 이용하여 보는 사람의 눈을 속이는 미술 작품을 말한다. 트릭 아트 전시회에 가면 사람이 마치 그림 속에 있는 것과 같은 착각을 일으키는 재미있고 다양한 그림을 볼 수 있다.







1-2 빛의 합성


학습 목표

- 빛의 3원색으로 다양한 색의 빛을 합성할 수 있다.
- 다양한 영상 장치가 색을 만드는 원리를 설명할 수 있다.

음악회, 연극, 뮤지컬 등의 공연에서 우리는 무대 조명이 바뀔 때마다 다양한 느낌을 받는다. 이처럼 관객이 다양한 느낌을 받을 수 있도록 무대를 설계하고 디자인하는 사람을 무대 디자이너라고 한다.

무대 디자이너는 공연의 느낌을 살리기 위해 장면에 따라 적절한 빛과 소리를 연출한다. 예를 들면, 장면에 따라 무대 위의 소품들이 각각 다른 느낌을 갖도록 하기 위해 그 분위기에 맞는 색의 조명을 적절한 세기로 비출 수 있게 설계한다. 따라서 무대의 천장과 바닥에는 다양한 색과 세기의 수많은 조명들이 설치된다.

이러한 조명들은 한 가지 색의 조명으로 세기를 조절하여 비추기도 하고 여러 가지 색의 조명들을 합쳐서 비추기도 한다. 이를 통해 관객은 공연자나 소품 등을 볼 때 훨씬 다양한 색으로 보게 되는 것이다.

무대 위의 조명처럼 서로 다른 색의 빛을 한 곳에 비추었을 때 나타나는 현상에 대하여 자세히 알아보자.



탐구 활동 빛의 합성

실험(동영상)

목·표

빛의 3원색으로 여러 가지 빛을 합성할 수 있다.

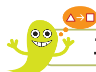
준·비·물

프로젝터, 노트북, 평면 거울 (20×20 cm, 3개)



유·의·점

평면 거울의 표면을 깨끗이 닦은 다음 빛을 비춘다.



과정



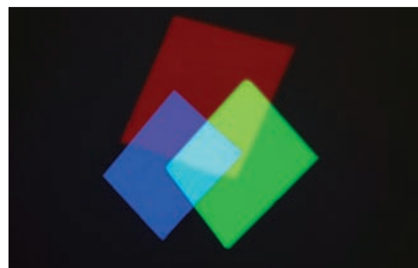
❶ 컴퓨터를 이용하여 빨간색, 초록색, 파란색의 화면을 만든다.



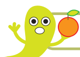
❷ 컴퓨터를 프로젝터에 연결한 다음 과정 ❶에서 만든 화면을 스크린에 비춘다.



❸ 3명의 학생이 거울을 하나씩 들고 각각 스크린의 빨간색, 초록색, 파란색 앞에 선다.



❹ 거울에서 반사한 빛을 흰색 벽면에 겹치게 한 후 색을 관찰한다.



결과 및 해석 창의 · 인성

1 과정 ❹에서 두 가지 또는 세 가지의 색을 겹친 곳은 각각 어떤 색으로 보이는지 아래 표에 써 보자.

빨간색＋초록색	초록색＋파란색	파란색＋빨간색	빨간색＋초록색＋파란색

2 과정 ❷에서 빨간색 빛의 세기를 점점 약하게 비추면 과정 ❹에서 겹친 부분의 색은 어떻게 변할지 생각해 보자.



탐구의 확장 간이 분광기를 통한 빛의 합성 관찰

과정 탐구의 과정 ❶과 ❷에서 빨간색, 파란색, 자홍색의 빛을 만들어 흰색 벽면에 비추고 간이 분광기를 이용하여 이 빛들을 차례대로 관찰해 보자.

해석 1. 빨간색, 파란색, 자홍색의 빛을 분광기로 보면 어떤 스펙트럼이 나타날까?

2. 노란색과 청록색의 빛을 분광기로 보면 어떤 스펙트럼이 나타날까?



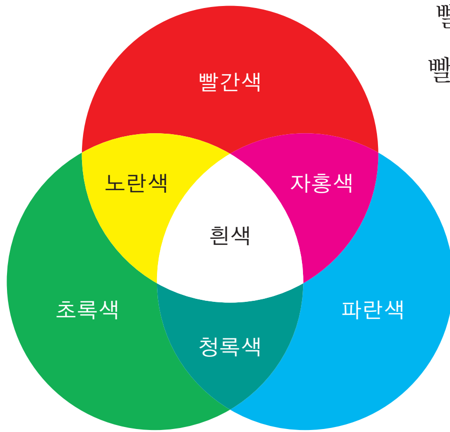


그림 Ⅱ-4 빛의 합성

빨간색과 파란색 빛을 겹치면 자홍색으로 보인다. 자홍색 빛을 분광기로 보면 빨간색 빛을 분광기로 보았을 때 보이는 색띠와 파란색 빛을 분광기로 보았을 때 보이는 색띠가 함께 보인다. 이와 같이 두 가지 이상의 색의 빛을 겹쳐 새로운 한 가지 색으로 보이게 하는 것을 **빛의 합성**이라고 한다.

노란색 빛은 빨간색과 초록색 빛을, 청록색 빛은 파란색과 초록색 빛을, 자홍색 빛은 빨간색과 파란색 빛을 합성하여 만들 수 있다.

빨간색, 초록색, 파란색의 빛의 세기를 적절히 조절하여 합성하면 모든 색의 빛을 만들 수 있다. 따라서 빨간색, 초록색, 파란색을 빛의 3원색이라고 한다.

스펙트럼
빛을 이루는 색의 띠

아래 그림은 여러 가지 색의 빛을 분광기로 보았을 때 관찰되는 스펙트럼이다. 이 스펙트럼들을 관찰하면 두 가지 색의 빛을 합성하여 한 가지 색의 빛을 얻을 수 있음을 알 수 있다.

그림 Ⅱ-5 여러 가지 색의 빛을 분광기로 보았을 때 나타나는 스펙트럼

햇빛을 프리즘에 통과시켜 나타나는 색의 띠를 관찰해 보면 흰색 빛을 분광기로 보았을 때 관찰한 스펙트럼과 비슷하게 나타난다. 이것은 햇빛 역시 여러 가지 색의 빛이 합성되어 있다는 것을 의미한다. 따라서 햇빛을 **백색광**이라고도 한다.

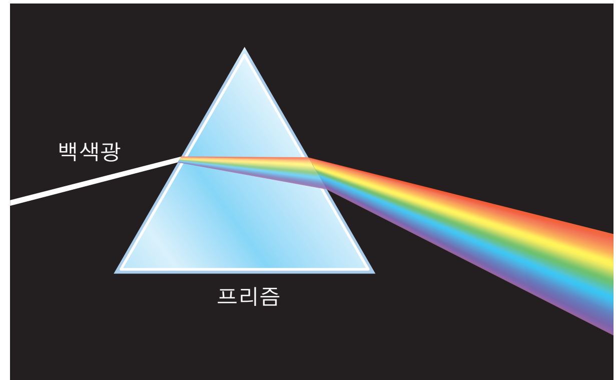


그림 Ⅱ-6 백색광의 구조

그러면 일상생활에서 보는 물체들의 색은 어떻게 나타나는 것일까?

우리가 물체를 본다는 것은 광원에서 나온 빛이 물체에서 반사되는 빛을 보는 것이다. 예를 들어, 햇빛이 바나나를 비추면 햇빛에 포함된 여러 가지 색의 빛 중 빨간색과 초록색의 빛은 바나나에서 반사되고 나머지 빛은 바나나에 흡수된다. 이때 눈으로 들어온 빨간색과 초록색 빛에 의해 사람은 바나나가 노란색이라고 인식하게 된다. 이러한 방식으로 사람은 자연계의 다양한 색을 볼 수 있다.

스스로 해결하기

아래 문장 중 틀린 곳에 밑줄을 긋고, 알맞게 고쳐 보자.

> 빨간색 사과는 빨간색 빛이 흡수되어 우리 눈에 들어오므로 빨갛게 보인다.

잠깐 체크 햇빛을 백색광이라고도 하는 이유는 무엇인가?





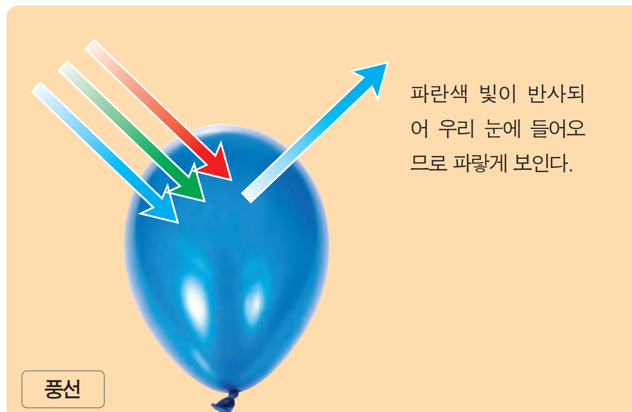




그림 Ⅱ-7 다양한 색의 인식

루페
볼록 렌즈를 이용하여 물체의 특정 부분을 확대하여 자세하게 볼 수 있는 기구이다.



영상 장치가 색을 만드는 원리

우리는 주변에서 다양한 색을 표현하여 화려한 장면을 만드는 휴대 전화의 화면이나 LCD(액정 디스플레이) 텔레비전, 컴퓨터 화면, 대형 전광판 등의 영상 장치들을 쉽게 볼 수 있다. 이러한 영상 장치들은 어떻게 여러 가지 색을 만드는지 알아보자.

해 보기 컴퓨터 화면은 어떻게 다양한 색을 만들까? 실험

|과정|

돋보기나 루페를 이용하여 컴퓨터 화면의 어느 한 부분을 확대하여 관찰해 보자. 또한 다른 색깔로 보이는 부분으로 옮겨 가면서 관찰한 내용을 비교해 보자.



|해석|

1 확대했을 때 무엇이 관찰되는가?

2 색이 다른 부분을 확대하면 어떻게 보이는가?

3 컴퓨터 화면에 나타나는 여러 가지 색이 만들어지는 원리를 설명해 보자.



더 자세히
영상 장치의 종류에 따라 화소들의 모양과 크기는 각각 다르다.

컴퓨터 화면은 빛의 3원색을 이용하여 여러 가지 색을 만든다. 화면은 화소라는 작은 부분이 모여 이루어져 있는데, 각 화소는 빨간색, 초록색, 파란색인 빛의 3원색으로 구성된다. 즉, 컴퓨터 화면의 다양한 색은 각 부분에서 빛의 3원색의 비율이 적절히 조절되어 나타난다.

과학자료실 화소 창의 · 인성





컴퓨터나 텔레비전, 휴대 전화 등에서 화면을 확대해 보면 빨간색, 초록색, 파란색의 작은 점들이 규칙적으로 배열되어 있는 것을 볼 수 있다. 이처럼 화면의 그림을 이루는 가장 작은 단위를 화소라고 한다. 화소는 영어로 픽셀(pixel)이라고 하는데, 픽셀은 그림(picture)과 원소(element)라는 두 단어를 합성한 용어이다.

화소의 수가 많을수록 해상도가 높은 영상을 얻을 수가 있다. 즉, 같은 면적 안에 화소가 더 조밀하게 많이 들어 있을수록 그림이 더 선명하고 정교하게 보인다.



컴퓨터 모니터의 해상도가 1,280 × 960이라는 것은 무슨 뜻일까?

예를 들어, 노란색을 나타내는 영역에서 화소의 빨간색과 초록색은 빛이 나지만, 파란색은 꺼져 있다. 또한 같은 노란색이라도 불이 켜진 화소가 많으면 밝은 노란색으로 보이고 불이 켜진 화소가 적으면 어두운 노란색으로 보인다.

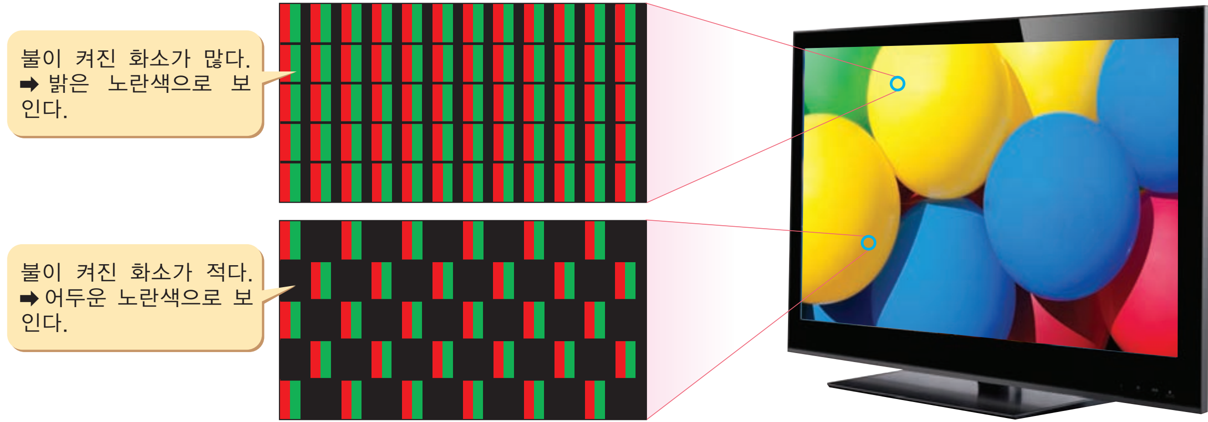


그림 Ⅱ-8 LCD 텔레비전_ 빛의 3원색을 조합하여 다양한 색을 만든다.

이 밖에 우리 주위에서 쉽게 볼 수 있는 휴대 전화의 화면이나 텔레비전, 디지털 사진기의 화면 등도 컴퓨터 화면과 같이 빨간색, 초록색, 파란색의 점들이 빛을 내는 원리로 색을 만든다.

대형 전광판에 다양한 색이 나타나는 과정도 컴퓨터의 화면이 색을 만드는 원리와 비슷하다. 그런데 전광판은 크기가 크고, 멀리서도 잘 보여야 하기 때문에 밝기가 밝은 LED(발광 다이오드) 전구로 화소를 만든다. 즉, 전광판은 빨간색, 초록색, 파란색 빛을 내는 LED(발광 다이오드) 전구의 조합으로 이루어져 있다.



그림 Ⅱ-9 LED(발광 다이오드) 전광판_ LED(발광 다이오드)는 밝기가 밝아 옥외 광고용 또는 운동 경기장의 전광판 등에 이용된다.

잠깐 체크 텔레비전 화면을 이루는 가장 작은 단위의 점을 무엇이라고 하는가?

자기 주도 학습

개념 확인하기

두 가지 이상의 색의 빛을 겹쳐 합하는 것을 무엇이라 고 하는가?

생활 속 문제 해결하기

자홍색 조명이 켜져 있는 옷가게에서 빨간색 옷을 산 후에 밖으로 나와 보았더니 노란색으로 보였다. 옷의 색이 다르게 보이는 이유를 설명해 보자.

과학과 기술 연관 짓기

빨간색 화소가 없는 텔레비전 화면에는 무지개 색깔이 어떻게 나타날지 생각해 보자.

보충 · 심화

창의·인성 활동

빛으로 그림 그리기

연말이 되면 한 해가 가는 것을 아쉬워하며 자동차 불빛이 긴 곡선을 그리며 지나가는 야경 사진을 실은 신문 기사를 볼 수 있다. 이러한 사진은 사진기를 삼각대에 고정시켜 놓은 다음 노출 시간을 길게 하여 찍은 것이다. 사진기의 이런 기능을 잘 이용하면 빛으로도 그림을 그릴 수 있지 않을까?



|과정|

① 빛이 잘 들어오지 못하도록 작은 암실을 만든다.

② 사진기를 bulb(벌브) 모드로 맞춘 후 삼각대에 고정한다.

③ 사진기 앞에 손전등이나 여러 가지 색의 LED 전구를 들고 선다.

④ 사진을 찍는 학생은 사진기의 초점을 맞춘 후 셔터를 누르고, 또 다른 학생은 사진기 앞에 서서 손전등 또는 LED 전구를 원하는 방향으로 움직이면서 그림을 그린다.

⑤ 그림이 다 그려졌다고 판단되면 누르고 있던 셔터를 놓는다.

⑥ 원하는 모양의 그림이 그려졌는지 사진을 확인하고 인화한다.

⑦ 사진의 제목을 붙인 후 전시한다.

※ 빛으로 그림을 그릴 때 여러 가지 색의 LED 전구가 같은 지점을 지나게 하면 더욱 다양한 그림을 얻을 수 있다.





|생각해 보기|

1. 다양한 모습의 그림이 그려지는 원리를 말해 보자.

2. 색이 겹치는 부분에서는 어떤 색으로 나타나는지 관찰해 보고, 그 이유를 설명해 보자.

빛으로 그린 그림의 예







STEAM 융합

빛과 그림

빛의 합성을 이용하여 색을 나타내는 원리는 영상 장치뿐만 아니라 그림에 응용되기도 한다. 19세기 인상파 화가들은 색을 섞지 않고 각 색을 점으로 찍어서 그림을 그리는 **점묘화법**을 사용하였다. 점묘화법으로 그림을 그리면 어떤 점이 좋을까?

물감을 섞어서 그림을 그릴 경우에는 대부분의 색이 흡수되고 일부의 빛만 반사하여 어둡고 색의 구분이 잘 되지 않는 탁한 색으로 보이게 된다. 하지만 점묘화법으로 그리면 각 점들에서 반사된 빛이 합성되어 밝고 순수한 색으로 보이게 된다.

19세기 프랑스의 화가 쇠라는 자연이나 사물의 풍경을 더욱 정밀하게 그려 내고자 하였다. 그는 점묘화법을 통해 다양한 색채와 빛, 그리고 형태들을 꼼꼼하게 표현할 수 있었다. 그의 대표적인 작품으로는 그랑드 자트 섬의 일요일 오후, '르 바 뷔탱' 해변, 괭이질하는 농부 등이 있다.

그랑드 자트 섬의 일요일 오후



쇠라(Seurat, G. P. ; 1859~1891)
19세기 프랑스의 화가로서, 점묘화법을 발전시켜 과학적으로 체계화하고 20세기 회화의 새로운 장을 열었다.

'르 바 뷔탱' 해변



아스니에르에서의 물놀이



1-3 거울과 렌즈



학습 목표

- 거울에 의해 생기는 상의 특징과 생성 원리를 설명할 수 있다.
- 렌즈에 의해 생기는 상의 특징과 생성 원리를 설명할 수 있다.

일상생활에서는 여러 종류의 거울과 렌즈가 이용되고 있다. 예를 들면 우리는 화장실의 거울, 할아버지의 돋보기, 도로의 안전 거울, 선생님의 안경 등 다양한 거울과 렌즈를 통해 사물을 보면서 생활한다.

거울에 비추어 보거나 렌즈를 통해 보면 물체는 어떤 모습으로 보일까?



그림 Ⅱ-10 생활 주변의 여러 가지 거울과 렌즈

우리 눈에 물체가 보이는 것은 물체에서 반사된 빛이 보이는 것이다. 물체에서 반사된 빛이 거울에서 반사되거나 렌즈를 통과하면 어떻게 보일까?

먼저 빛이 어떻게 나아가는지 알아보자.

해 보기 빛은 어떻게 나아갈까? 실험





|과정|

여러 명의 학생들이 흰 종이를 일직선으로 들고 한 학생이 레이저 포인터를 맨 앞 종이를 향해 비춘다. 이때 종이에 레이저 빛이 보이는 학생은 종이를 내린다.

주의! 레이저 빛을 사람의 눈을 향해 비추지 않는다.

|해석|

1 종이에 비친 레이저 빛이 지나간 길은 어떤 모양인가?

2 이 실험을 통해 우리가 알 수 있는 사실은 무엇인가?

빛이 나아가는 길은 직선 모양이다. 즉, 빛은 **직진**한다. 빛이 직진한다는 것은 나뭇가지 사이로 비추는 햇살이나 바닷가의 등댓불이 나아가는 모습을 보면 알 수 있다. 또 물체의 그림자가 생기는 것을 통해서도 빛이 직진한다는 것을 알 수 있다. 그림자는 광원으로부터 나온 빛이 직진하다가 물체에 의해 가려진 부분에는 빛이 닿지 못하여 어둡게 보이는 현상이다.

빛이 지나가는 길은 선으로 나타낼 수 있는데, 이것을 **광선**이라고 한다. 또한 거울에 비추어 물체를 보거나 렌즈를 통해 물체를 볼 때 눈에 보이는 모습을 **상**이라고 한다. 광선을 이용하면 거울과 렌즈의 상을 찾을 수 있다.

더 자세히

레이저 빛이 지나가는 길에 분무기로 물을 뿌리거나, 우유를 한 방울 타서 흐리게 한 물 속에 레이저 빛이 지나가게 하면 빛이 직진하는 모습을 볼 수 있다.

잠깐 체크 거울과 렌즈에 의해 생기는 물체의 모습을 무엇이라고 하는가?





그림 Ⅱ-11 빛의 직진(햇살과 등댓불)

거울에 비추어 보는 모습

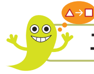
우리는 생활 주변에서 다양한 거울을 볼 수 있다. 거울이 다양한 장소에서 어떻게 쓰이는지 찾아보고, 각각의 거울이 만드는 상의 특징을 비교해 보자.



탐구 활동 　거울의 종류와 특징 　조사 · 토의

목 · 표

일상생활에서 사용되는 거울의 종류를 찾고, 특징을 비교할 수 있다.



과정

그림은 우리 주변에서 흔히 볼 수 있는 거울들이다. 이 밖에 다양한 거울을 찾고, 각각의 쓰임새를 조사해 보자.

화장 거울



자동차의 측면 거울



손전등의 반사 거울





결과

1 위의 그림에 나타나 있는 거울 면은 각각 어떤 모양인가?

2 위의 그림에 나타난 거울과 자신이 조사해 온 거울을 거울 면의 모양에 따라 분류해 보자.



해석 　창의 · 인성

1 거울의 종류에 따라 쓰임새가 어떻게 다른지 토의해 보자.

2 거울의 종류에 따라 상의 모습이 어떻게 달라지는가?



탐구의 확장 　오목 거울 속에 비친 나의 모습



과정 　큰 오목 거울을 세워 놓고 먼 곳에서부터 거울 가까이로 걸어가면서 거울 속에 비친 자신의 모습을 관찰한다.

해석 　거울 속에 비친 상은 어떻게 달라지는가?

거울은 거울 면의 모양에 따라 **평면 거울**, **볼록 거울**, **오목 거울**로 분류할 수 있다. 각각의 거울은 상의 특징에 따라 여러 가지로 활용된다.

평면 거울은 가정에서 쉽게 찾아볼 수 있는 가장 일반적인 거울로서, 화장실이나 화장대, 거실 등에서 얼굴이나 몸을 비춰 보는 데 사용된다.

볼록 거울은 굽은 도로의 모퉁이나 자동차의 측면 거울로 사용된다. 볼록 거울로 보면 물체가 작게 보이지만 넓은 범위를 볼 수 있는 장점이 있다.

오목 거울은 화장할 때 얼굴을 확대해서 보는 데 사용된다. 또한 빛을 한 곳에 모을 수 있어 성화를 채화할 때 쓰이기도 하며, 빛을 나란하게 나아가게 할 수도 있어 자동차의 전조등이나 손전등에도 쓰인다.

거울의 종류

거울은 반사면의 모양에 따라 평면 거울, 볼록 거울, 오목 거울로 나뉜다.

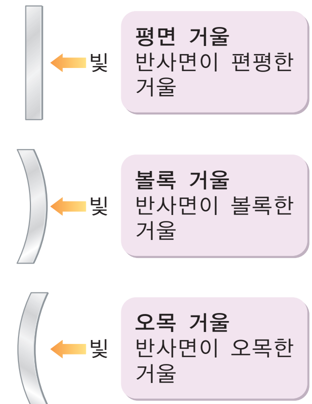




그림 Ⅱ-12 **평면 거울의 상**_ 물체의 크기와 같고 똑바로 선 모습으로 보인다.



그림 Ⅱ-13 **볼록 거울의 상**_ 물체보다 작고 똑바로 선 모습으로 보인다.



그림 Ⅱ-14 **오목 거울의 상(가까울 때)**_ 물체보다 크고 똑바로 선 모습으로 보인다.



그림 Ⅱ-15 **오목 거울의 상(멀 때)**_ 거울보다 멀리 있는 물체는 거꾸로 뒤집혀 보인다.



다른 거울과 달리 오목 거울은 멀리 있는 물체의 상을 종이에 맺히게 할 수 있다.

우리가 거울을 통해 물체의 상을 볼 수 있는 것은 광원에서 나온 빛이 물체에서 반사되고 이 빛이 거울 면에서 다시 반사되어 눈에 들어오기 때문이다. 이렇게 광원에서 나온 빛이 물체나 거울에 부딪혀 방향을 바꾸어 되돌아 나가는 현상을 **빛의 반사**라고 한다.

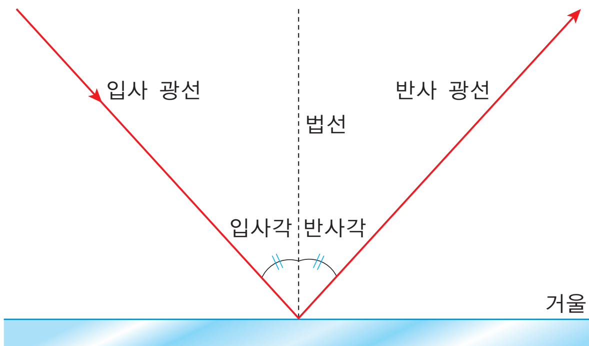


그림 Ⅱ-16 빛의 반사 법칙_ 빛이 반사할 때 입사 광선, 반사 광선, 법선은 한 평면 위에 있고, 입사각과 반사각의 크기는 항상 같다.

빛이 물체에서 반사될 때 물체 쪽으로 진행하는 빛을 **입사 광선**이라고 하고, 물체에서 되돌아 나가는 빛을 **반사 광선**이라고 한다. 또 반사면과 수직을 이루게 그은 선을 **법선**이라고 한다. 이때 법선과 입사 광선이 이루는 각을 입사각, 법선과 반사 광선이 이루는 각을 반사각이라고 한다. 입사각과 반사각의 크기는 항상 같은데, 이를 **반사 법칙**이라고 한다.



빛이 반사할 때 입사각과 반사각은 어떤 관계가 있는가?

과학자료실 오목 거울의 이용

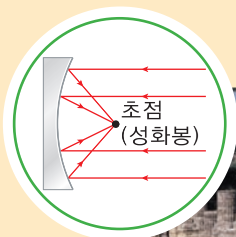
오목 거울은 반사면이 안쪽으로 오목한 거울로 여러 가지 용도로 쓰인다. 성화 채화나 자동차의 전조등에 오목 거울이 쓰이는 원리를 알아보자.

• 성화 채화

햇빛을 오목 거울에 비추면 그림과 같이 빛이 반사되어 한 곳에 모이게 되는데 이곳을 초점이라고 한다. 이때 오목 거울의 초점에는 빛이 모여 온도가 매우 높아지므로 이곳에 성화봉을 놓으면 불이 붙게 된다.

• 전조등

오목 거울의 초점에 광원을 두면 거울에서 반사된 빛이 서로 평행하게 나아간다. 등대나 손전등 안의 거울, 자동차의 전조등은 이러한 원리를 이용한 것이다.





성화 채화





자동차의 전조등

평면 거울이 상을 만드는 원리

평면 거울 앞에 물체를 놓고 거울을 보면 거울로부터 똑같은 거리에 물체의 크기와 같은 크기의 상이 있는 것을 볼 수 있다. 이러한 상이 어떻게 생기는지 빛의 반사 법칙을 이용하여 알아보자.

1단계

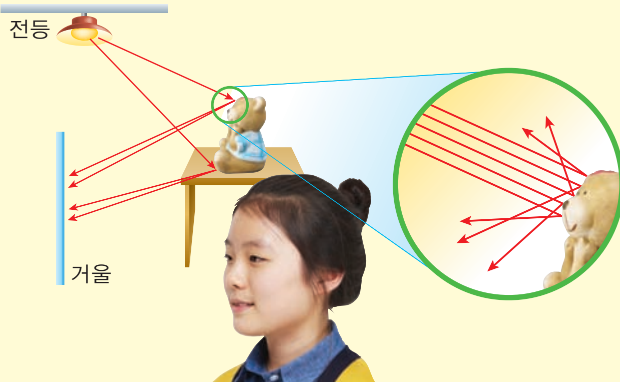


그림 Ⅱ-17 물체에서 빛의 반사
전등으로부터 나온 빛은 물체의 표면에서 여러 방향으로 반사된다. 이때 물체에서 반사되는 광선 중 몇 개의 광선만 그려 보면 거울에서 생기는 상을 찾을 수 있다.

2단계

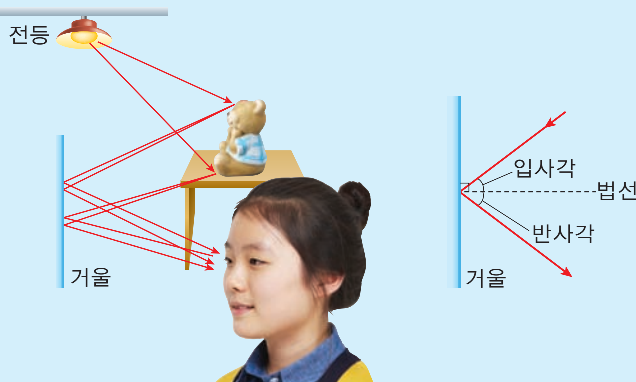


그림 Ⅱ-18 거울에서 빛의 반사
물체에서 반사된 빛은 거울 표면에서 다시 반사된다. 이때 입사각과 반사각의 크기는 같다.

3단계

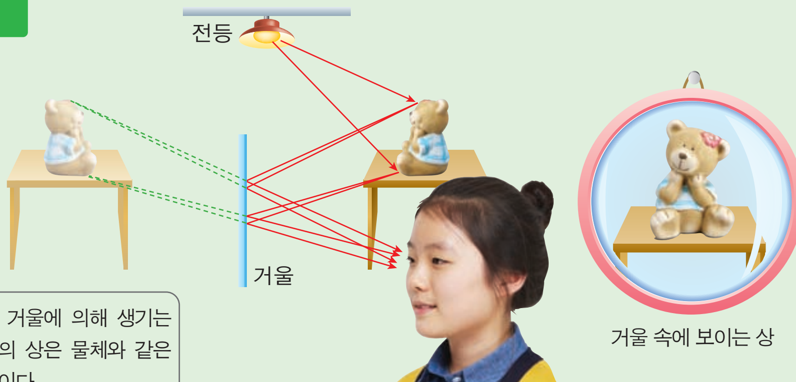


그림 Ⅱ-19 거울 속에 보이는 상
거울에서 반사된 빛이 눈으로 들어오면 물체의 상을 보게 된다. 이때 사람은 빛이 거울에서 반사된 것이 아니라 거울 속 상의 위치에서 빛이 나오는 것처럼 느낀다.



평면 거울로 물체의 상을 볼 때 빛은 상에서 직접 나오는 것일까?

렌즈를 통해 보는 모습

우리는 주변에서 렌즈가 쓰이는 곳을 쉽게 찾을 수 있다. 각각의 렌즈에 의한 상의 특징을 비교해 보자.



탐구 활동 렌즈의 종류와 특징

조사 · 토의

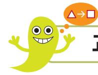
목·표

일상생활에서 사용되는 렌즈의 종류를 찾고 특징을 비교할 수 있다.

준·비·물

필기도구, 사진기

> 탐|구|도|우|미
> 렌즈라고 생각할 수 있는 것들을 다양하게 찾아본다.



과정

다음은 우리 주변에서 흔히 볼 수 있는 렌즈들이다. 이 밖의 다양한 렌즈를 찾고, 각각의 쓰임새를 조사해 보자.

콘택트렌즈



돋보기 안경



휴대 전화의 카메라 렌즈





결과

1 위의 그림에 나타난 렌즈는 각각 어떤 모양인가?

2 위의 그림에 나타난 렌즈와 자신이 조사한 렌즈를 모양에 따라 분류해 보자.



해석 창의 · 인성

1 렌즈의 종류에 따라 쓰임새가 어떻게 다른지 토의해 보자.

2 렌즈의 종류에 따라 상의 모습이 어떻게 달라지는가?



탐구의 확장 간이 사진기 만들기



과정

❶ 검은색 종이를 이용하여 볼록 렌즈를 감쌀 수 있을 정도의 크기로 원기둥을 만들고 한쪽 끝에 렌즈를 붙인다.

❷ 남은 종이를 이용하여 통 안에 들어갈 정도의 원기둥을 만들고 한쪽 끝에 기름종이를 붙인다.

❸ 기름종이와 렌즈 사이의 거리를 조절하여 물체의 상이 맺히는지 관찰한다.

해석

1. 기름종이에는 어떤 상이 만들어지는가?

2. 기름종이에 상이 만들어지는 원리를 설명해 보자.



생활 속에서 접하는 많은 렌즈들을 **볼록 렌즈**와 **오목 렌즈**로 분류할 수 있다. 각각의 렌즈는 상의 특징에 따라 여러 가지로 쓰인다.

볼록 렌즈에 의한 상은 물체와 렌즈가 가까울 때 물체보다 크고 똑바로 선 모습으로 보이며, 멀 때에는 물체보다 작고 거꾸로 뒤집어진 모습으로 보인다. 이와 같은 성질을 갖고 있는 볼록 렌즈는 확대경, 원시 교정용 안경, 현미경, 망원경 등에 사용된다.

오목 렌즈에 의한 상은 물체보다 작고 똑바로 선 모습으로 보인다. 이러한 오목 렌즈는 근시 교정용 안경이나 콘택트렌즈 등에 사용된다.

렌즈를 통해 물체의 상을 볼 수 있는 것은 광원에서 나온 빛이 렌즈를 통과하여 우리 눈에 들어오기 때문이다. 그런데 빛은 공기 중에서 진행하다가 렌즈를 통과할 때 진행 방향이 꺾이게 된다. 이와 같이 빛이 한 물질에서 다른 물질로 진행할 때 진행 방향이 꺾이는 현상을 **빛의 굴절**이라고 한다.

렌즈의 종류
렌즈는 모양에 따라 볼록 렌즈와 오목 렌즈로 분류된다.



볼록 렌즈
가운데가 가장자리보다 두껍다.



오목 렌즈
가운데가 가장자리보다 얇다.



그림 Ⅱ-20 볼록 렌즈의 상(가까울 때)_ 물체보다 크고 똑바로 선 모습으로 보인다.



그림 Ⅱ-21 볼록 렌즈의 상(멀 때)_ 물체보다 작고 거꾸로 뒤집어진 모습으로 보인다.



오목 렌즈와 달리 볼록 렌즈는 멀리 있는 물체의 상을 종이에 맺히게 할 수 있다.



그림 Ⅱ-22 오목 렌즈의 상(가까울 때)_ 물체보다 작고 똑바로 선 모습으로 보인다.



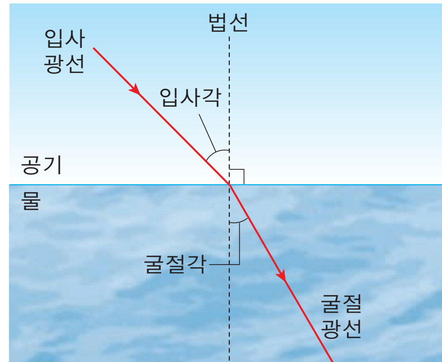
그림 Ⅱ-23 오목 렌즈의 상(멀 때)_ 물체보다 작고 똑바로 선 모습으로 보이는데 가까울 때보다 더 작게 보인다.

빛이 굴절되는 이유
빛은 지나가는 물질의 성질에 따라 진행하는 속력이 달라지기 때문에 굴절된다.

빛이 굴절될 때 두 물질의 경계면으로 진행하는 빛을 **입사 광선**이라고 하고, 경계면에서 꺾여서 나아가는 빛을 **굴절 광선**이라고 한다. 빛이 입사한 지점에 법선을 그렸을 때 법선과 입사 광선이 이루는 각을 입사각, 법선과 굴절 광선이 이루는 각을 굴절각이라고 한다. 이때 입사각이 커질수록 굴절각도 커지는데, 이것을 **빛의 굴절 법칙**이라고 한다.



그림 Ⅱ-24 굴절 현상의 관찰_ 물을 채운 수조에 빛을 비스듬히 비추면 빛이 공기와 물의 경계면에서 굴절하는 것을 관찰할 수 있다.



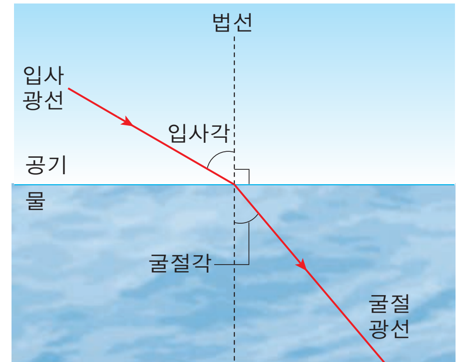


그림 Ⅱ-25 굴절하는 빛_ 입사각이 커지면 굴절각도 커진다.

물의 깊이가 실제보다 얕게 보이거나, 컵 속의 빨대가 꺾여 보이는 현상, 어항 속의 물고기가 크게 보이는 현상, 뜨거운 난로 위의 아지랑이, 신기루 등은 빛의 굴절에 의해 나타나는 현상들이다.



렌즈를 통과한 빛이 꺾이는 현상을 무엇이라고 하는가?

클릭 ≪그때 그 사건≫

신기루



1798년 나폴레옹의 군사들은 이집트를 정벌하기 위하여 이동하던 중 신기한 경험을 한다. 오랜 이동으로 지쳐 있던 그들 앞에 분명히 보이던 호수가 사라진 것이다. 그들은 이러한 신기한 현상을 보고 매우 놀랐다.

나폴레옹의 군사들이 겪었던 것처럼 물체가 실제의 위치가 아닌 다른 위치에서 보이게 되는 현상을 신기루라고 한다.

신기루는 불안정한 대기층에서 빛이 굴절하면서 생긴다. 특히 사막이나 추운 지방 등 지면과 공기의 온도 차이가 큰 곳에서 쉽게 관찰된다.

볼록 렌즈가 상을 만드는 원리

볼록 렌즈를 통해 물체를 보면 물체에서 나온 빛이 볼록 렌즈를 통과해 눈으로 들어온다. 따라서 볼록 렌즈를 통해 보는 물체의 상을 알기 위해서는 광선이 볼록 렌즈를 통과하여 어떻게 나아가는지를 알아야 한다.

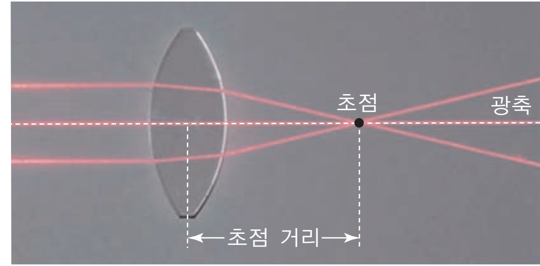


그림 Ⅱ-26 **볼록 렌즈의 초점**_ 볼록 렌즈를 향하여 나란하게 들어오는 광선들은 굴절된 후 볼록 렌즈의 초점을 통과한다.

광축에 평행하게 들어오는 광선들은 렌즈를 통과한 후 한 점에 모이는데, 이 점을 볼록 렌즈의 **초점**이라고 한다. 볼록 렌즈의 중심에서 초점까지의 거리를 **초점 거리**라고 한다. 또한 거울이나 렌즈의 중심과 초점을 지나는 가상의 직선을 **광축**이라고 한다.

> **스스로 해결하기**
> 볼록 렌즈의 중심에서 초점까지의 거리를 (   )(이)라고 한다.

볼록 렌즈에 의한 상은 아래 그림과 같이 물체와 렌즈 사이의 거리에 따라 달라진다. 즉, 물체의 위치가 초점보다 멀리 있는 경우에는 렌즈를 통과한 빛이 모여 상을 만들고 물체의 위치가 초점보다 가까이 있는 경우에는 상에서 빛이 나오는 것처럼 보인다. 그림에서 P는 물체를, P′은 볼록 렌즈에 의한 상을 나타낸다.

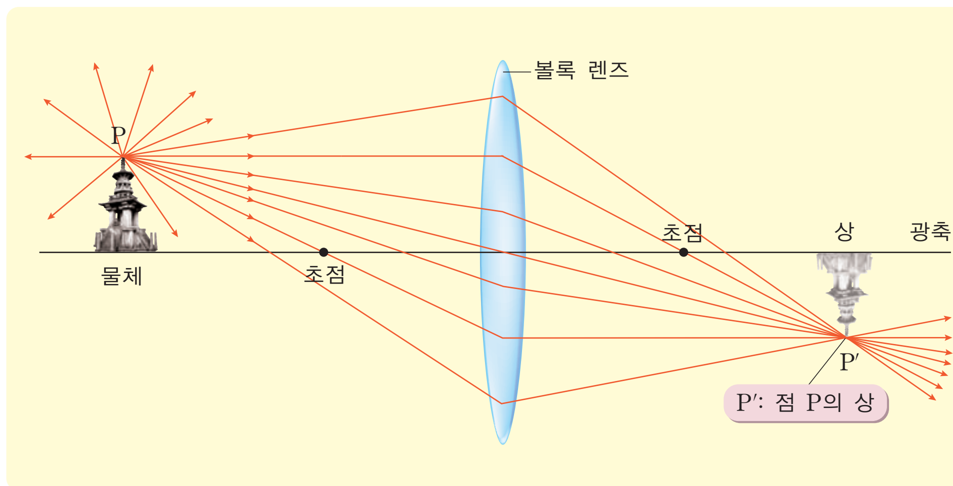


그림 Ⅱ-27 **멀리 있는 물체에서 오는 빛**_ 물체 위의 한 점 P에서 사방으로 퍼져 나간 빛 중 볼록 렌즈를 통과하여 굴절된 빛들은 한 점 P′에서 만난다.

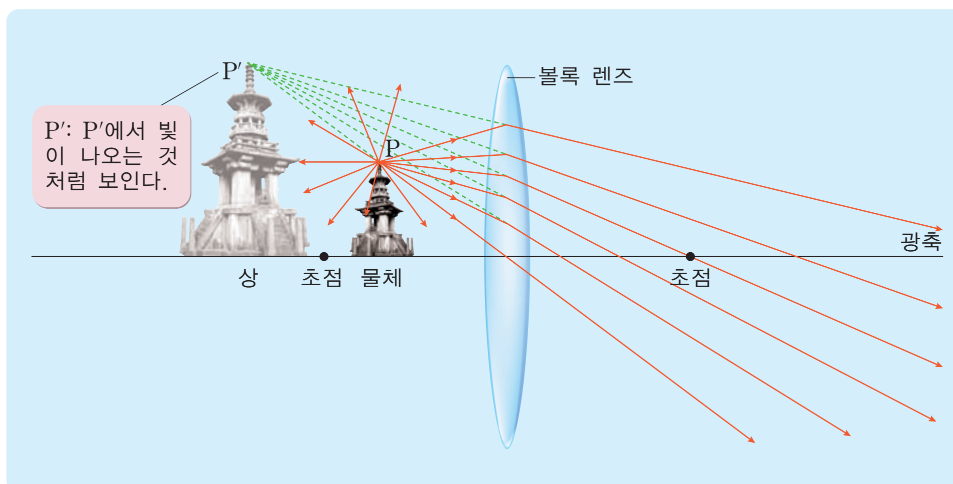


그림 Ⅱ-28 **가까이 있는 물체에서 오는 빛**_ 물체 위의 한 점 P에서 사방으로 퍼져 나간 빛 중 볼록 렌즈를 통과한 빛들은 마치 한 점 P′에서 나오는 것처럼 진행한다.

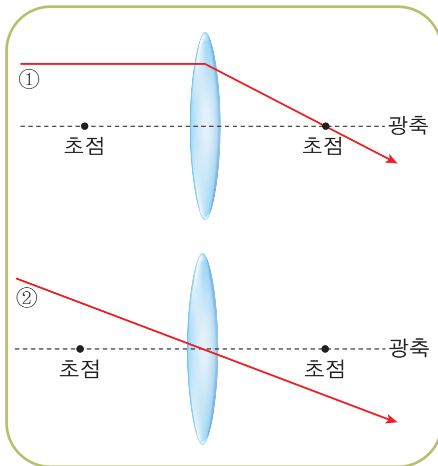


그림 Ⅱ-29 상을 찾을 때 이용하는 두 광선_ ①과 같이 광축에 평행하게 들어오는 광선은 볼록 렌즈의 초점을 지나게 되고, ②와 같이 볼록 렌즈의 중심을 지나는 광선은 꺾이지 않고 직진한다.

볼록 렌즈에 의한 물체의 상은 렌즈를 통과하는 두 개의 광선으로 찾을 수 있다.

물체가 볼록 렌즈의 초점 거리보다 멀리 있는 경우 렌즈를 통과한 두 광선이 만나는 점이 상의 위치가 된다. 이때 우리는 물체에서 시작하여 렌즈를 통과한 후 실제로 상을 지나는 빛을 보게 된다. 이 경우 상은 물체보다 작고 뒤집어진 모습으로 보인다.

우리가 사진을 찍을 때 물체의 상이 필름에 맺히는 것이 여기에 해당한다.

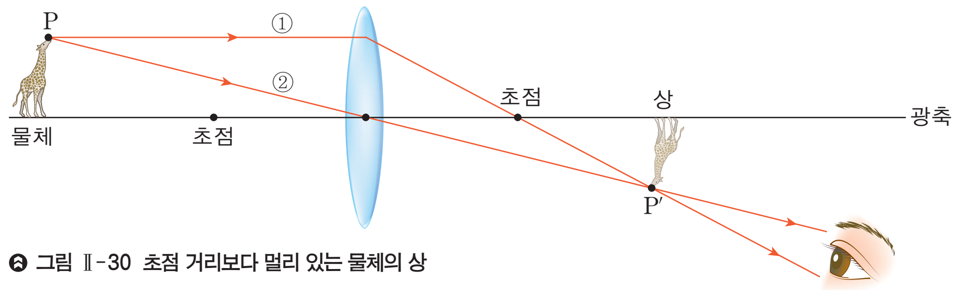


그림 Ⅱ-30 초점 거리보다 멀리 있는 물체의 상

물체가 볼록 렌즈의 초점 거리보다 가까이 있는 경우 렌즈를 통과한 두 광선은 렌즈 뒤의 한 점 P′에서 나오는 것처럼 보인다. 즉, 우리는 빛이 마치 상에서 나오는 것처럼 느끼게 된다. 이 경우 상은 실물보다 크고 똑바로 선 모습으로 보인다.

돋보기로 물체를 확대해서 보는 경우가 여기에 해당한다.

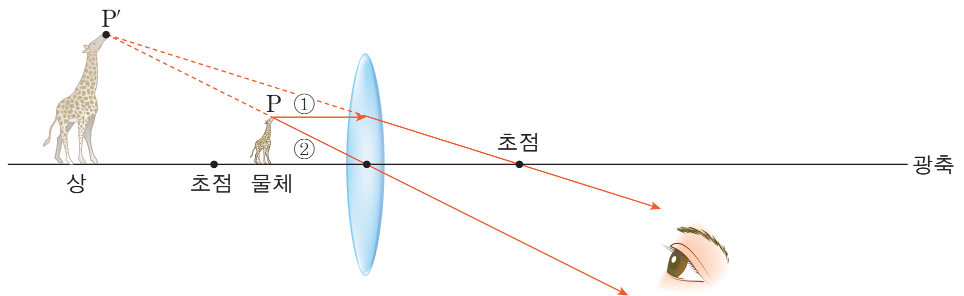


그림 Ⅱ-31 초점 거리보다 가까이 있는 물체의 상

자기 주도 학습

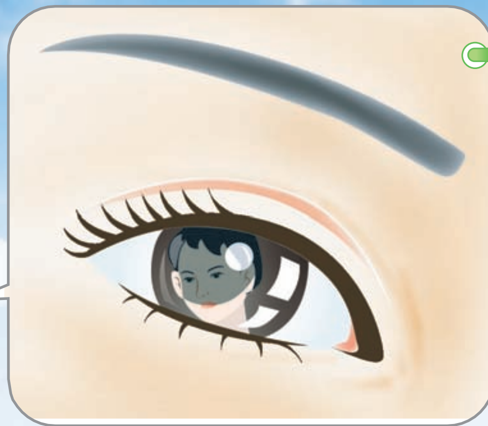
개념 확인하기	생활 속 문제 해결하기	과학과 기술 연관 짓기
오목 거울과 볼록 렌즈가 만드는 상의 공통점을 말해 보자.	원시를 교정하는 안경의 원리를 알아보자.	굴절 망원경과 반사 망원경에 쓰인 렌즈와 거울의 종류를 알아보자.

창의·인성 활동

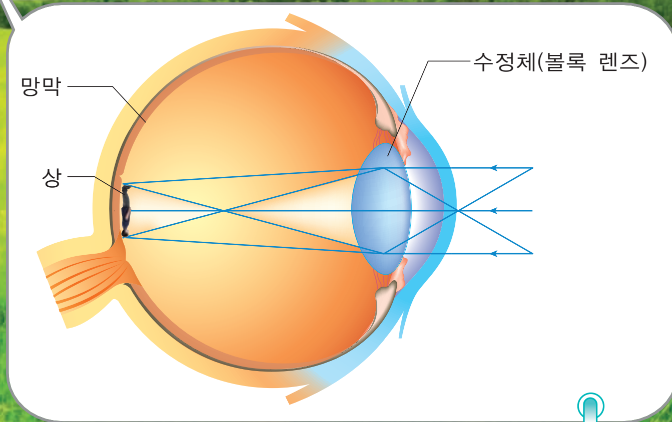
가장 가까이 있는 거울과 렌즈

영희와 철수가 서로 마주보고 서 있다. 철수를 보고 있는 영희의 눈동자를 들여다보면 눈동자 속에 철수의 모습이 비쳐 보인다. 이때 영희의 눈동자는 마치 볼록 거울과 같은 역할을 하여 철수의 모습을 철수에게 보여 준다. 그리고 영희의 눈동자 속 수정체가 마치 볼록 렌즈와 같은 역할을 하여 영희가 철수의 모습을 보게 된다. 이처럼 사람의 눈동자는 거울과 렌즈의 역할을 동시에 한다.

? 생활 주변에서 눈동자처럼 거울과 렌즈의 역할을 동시에 하는 것에는 무엇이 있는지 생각해 보자.



영희 눈동자 속의 철수 모습
영희의 안구가 볼록 거울의 역할을 하여 영희의 눈에 비친 철수의 모습을 철수가 볼 수 있다.



영희가 보는 철수의 모습
영희 눈동자 속의 수정체가 볼록 렌즈의 역할을 하여 영희가 철수를 보게 된다.

2 파동

중단원 미리 보기

2-1 파동의 발생과 종류 | 2-2 파동의 반사와 굴절 | 2-3 소리

파동의 발생

파동은 진동에 의해 발생한다. 파동은 어떻게 표시할까?



파동의 전달

폭죽 소리에 의해 주변 건물의 유리창이 흔들리는 것은 폭죽의 폭발음으로 생긴 파동이 공기 중으로 전달되기 때문이다. 파동은 어떻게 전달될까?



우리 주변에는 여러 가지 종류의 파동이 있다. 파동은 떨어지는 빗방울이나 불꽃놀이의 폭죽 등에 의해서 발생하기도 하며, 우리의 목소리 또한 파동의 한 종류이다. 파동은 어떻게 생기고 나아가는 것일까? 또 이러한 파동의 특징에는 무엇이 있을까?





소리

악기는 저마다 독특한 소리를 낸다. 같은 음악을 연주하더라도 악기에 따라 다르게 들리는 이유는 무엇일까?

파동의 반사

바닷속의 돌고래는 초음파를 내보내어 먹이를 찾는다. 초음파와 같은 파동은 장애물을 만나면 어떻게 나아갈까?

파동의 굴절

사람과 사람 사이에 풍선을 놓으면 소리가 더 잘 들린다. 소리는 풍선을 지날 때 어떻게 나아갈까?





2-1 파동의 발생과 종류



학습 목표

- 파동이 발생하는 과정을 설명할 수 있다.
- 파동의 종류를 설명할 수 있다.

수면 위에 있던 새가 바로 하늘로 날아오르기는 쉽지 않다. 따라서 새는 날개를 퍼덕이며 수면 위를 뛰어가다가 하늘로 날아오른다. 이때 새가 수면을 박찬 자리를 중심으로 동심원 모양의 물결이 만들어진다. 만들어진 물결은 사방으로 퍼져 나가며, 새가 지나간 흔적을 나타낸다. 물결과 같은 파동은 어떻게 만들어지고 퍼져 나가는 것일까?

파동의 발생과 전달

동요 중에 '퐁당퐁당'이라는 동요가 있다. 이 동요에는 물결파가 발생하여 전달되는 과정이 모두 담겨 있다.

C
퐁 당 퐁 당 돌 을 던 지 자 누 나 몰 래 돌 을 던 지 자

파동의 발생

F C F C G C
냇 물 아 퍼 져 라 멀 리 멀 리 퍼 져 라

파동의 전달

F C
건 너 편 에 앉 아 서 나 물 을 씻 는

G C G C
우 리 누 나 손 등 을 간 질 여 주 어 라



이 동요에서처럼 물에 돌을 던지면 돌을 던진 곳의 물이 위아래로 진동하면서 주위로 퍼져 나간다. 이렇게 진동이 주위로 퍼져 나가는 것을 **파동**이라고 한다. 우리 주변에서 볼 수 있는 파동에는 빗방울에 의해 퍼져 나가는 물결파, 리듬 체조 선수의 리본, 지진, 소리, 빛 등이 있다.

진동
물체가 평형 위치를 중심으로 왔다 갔다 하는 운동

그림 Ⅱ-32 우리 주변의 다양한 파동



소리



지진파

동요 '퐁당퐁당'에서 처음에 돌을 던진 곳의 물과 같이 진동이 처음 시작되는 곳을 **파원**이라고 한다. 파동은 파원의 모양에 따라 퍼져 나가는 모습이 달라진다. 예를 들면 잔잔한 수면의 한 곳을 손가락으로 진동시키면 동심원 모양의 물결파가 만들어지고, 긴 직선 막대를 이용하여 수면을 진동시키면 막대와 나란한 직선 모양의 물결파가 퍼져 나가는 것을 볼 수 있다. 이런 직선 모양의 파동은 바닷가로 밀려오는 파도의 모양에서 관찰할 수 있다.

그림 Ⅱ-33 물결파의 예


동심원 모양


직선 모양

물결파가 물을 통해 퍼져 나가는 것처럼 파동을 전달해 주는 물질을 **매질**이라고 한다. 파동이 전달될 때 파동의 매질은 어떻게 운동하는지 알아보자.



해 보기 파동은 어떻게 전달될까? 실험

열 명 정도의 친구들이 나란히 선 다음 서로 팔짱을 끼고 한쪽 끝의 사람이 앉았다 일어서기를 반복해 보자.

※ 주의: 팔짱이 풀리지 않게 단단히 낀다.



해석

1 한쪽 끝의 사람이 앉았다 일어서기를 반복하는 동안 나머지 사람들은 어떤 운동을 하게 되는가?

2 먼 곳에서 이 모습을 보면 어떻게 보이는가?

경기장의 관중석에서 파도타기 응원을 할 때 맨 끝에 있는 사람이 앉았다 일어서기를 반복하면 그 옆 사람도 이어서 앉았다 일어나기를 반복한다. 먼 곳에서 이런 광경을 보면 마치 파도가 점점 퍼져 나가는 것처럼 보인다. 하지만 응원을 하는 사람들은 각자 제자리에서 앉았다 일어서기만 반복할 뿐 옆으로 이동하지는 않는다.

이처럼 파동이 진행할 때에도 매질은 직접 이동하지 않고 제자리에서 진동만 한다. 이러한 현상은 호수 수면에 떨어진 공의 진동에서 볼 수 있는데, 공 주변에 물결을 만들어도 공은 제자리에서 위아래로 진동만 하고 이동하지 않는다.

스스로 해결하기
잔잔한 호수에 돌을 던지면 물의 진동이 생기고 (   )이/가 퍼져 나간다.

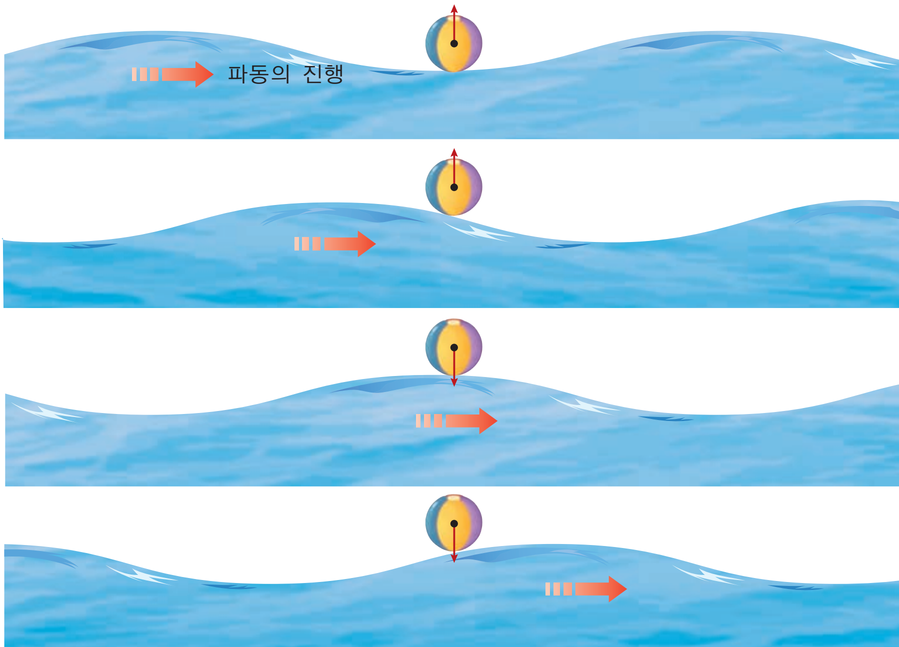


그림 Ⅱ-34 파동의 진행과 매질의 진동_ 물결파가 오른쪽으로 퍼져 나가도 수면 위의 공은 물결을 따라 이동하지 않고 제자리에서 위아래로 진동만 한다.

그렇다면 파동에서 전달되는 것은 무엇일까? '퐁당퐁당' 동요에서 냇물을 통해 누나의 손등을 '간질여 주는 것'처럼 파동은 매질을 통해 에너지를 전달한다.

예를 들어, 바닷가에서 파도가 칠 때 항구에 있는 배가 출렁이는 것은 파동에 의해 에너지가 전달되기 때문이다. 또 지진파는 건물을 무너뜨리기도 하고, 불꽃놀이의 폭죽이 터질 때 나오는 소리가 주변 건물의 유리창을 흔들기도 한다. 이처럼 파동은 주위로 퍼져 나가면서 에너지를 전달한다.



파동이 진행될 때 전달되는 것은 무엇일까?

파동의 종류와 표시

파동은 매질을 통해 전달되는 파동과 매질이 없이도 전달되는 파동으로 나눌 수 있다.

물결파, 음파, 지진파 등은 진동이 매질을 통해 전달되어 나아가는 파동이고, 빛이나 텔레비전 방송용 전파와 같은 전자기파는 매질이 없이도 전달되는 파동이다.

또한 파동은 매질의 진동 방향이 파동의 진행 방향과 서로 수직인 **횡파**와 매질의 진동 방향이 파동의 진행 방향과 서로 나란한 **종파**로 나뉘기도 한다.

횡파에는 물결파나 빛, 지진파의 S파, 휴대 전화, 텔레비전, 라디오 등에 사용되는 전파가 있고, 종파에는 음파나 지진파의 P파가 있다.


파동의 진행 방향과 매질의 진동 방향이 서로 수직인 파동을 무엇이라고 하는가?

횡파



횡파는 용수철을 좌우로 흔들어 만들 수 있으며, 매질의 진동 방향과 파동의 진행 방향이 서로 수직이다.

종파



종파는 용수철을 앞뒤로 흔들면 만들 수 있다. 이때 듬성듬성한 부분과 빽빽한 부분이 나타나며, 매질의 진동 방향과 파동의 진행 방향이 나란하다.

파동을 표시하는 첫 번째 방법은 어느 한 순간에 파동의 모양을 표시하는 것이다. 물결파를 예로 들면, 물결파는 진행하면서 볼록하게 높은 곳과 오목하게 낮은 곳이 일정하게 반복된다.

이때 볼록하게 가장 높이 올라온 부분을 **마루**, 오목하게 가장 낮게 내려간 부분을 **골**이라고 한다.

또한 마루에서 이웃한 마루까지의 거리 또는 골에서 이웃한 골까지의 거리를 **파장**이라 하고, 진동 중심에서 마루까지의 거리나 진동 중심에서 골까지의 거리를 **진폭**이라고 한다.

이렇게 진행하는 파동의 순간적인 모습을 그래프로 나타내면 거리에 따라 진동 중심으로부터 매질의 위치를 알 수 있다. 이 그래프를 통해 파동의 파장과 진폭을 알 수 있다.

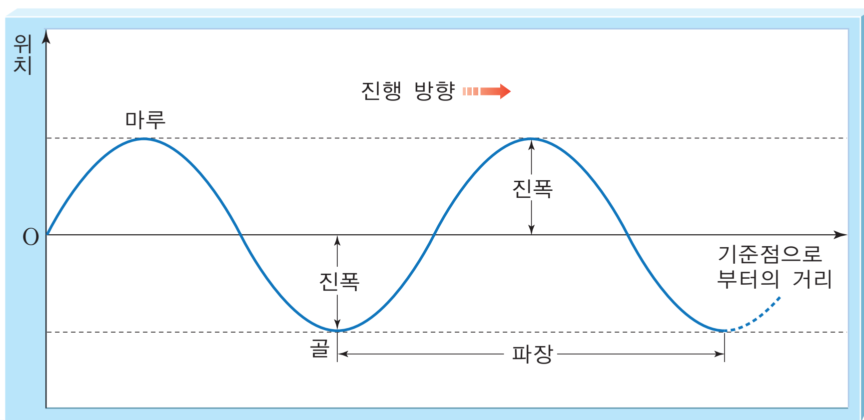
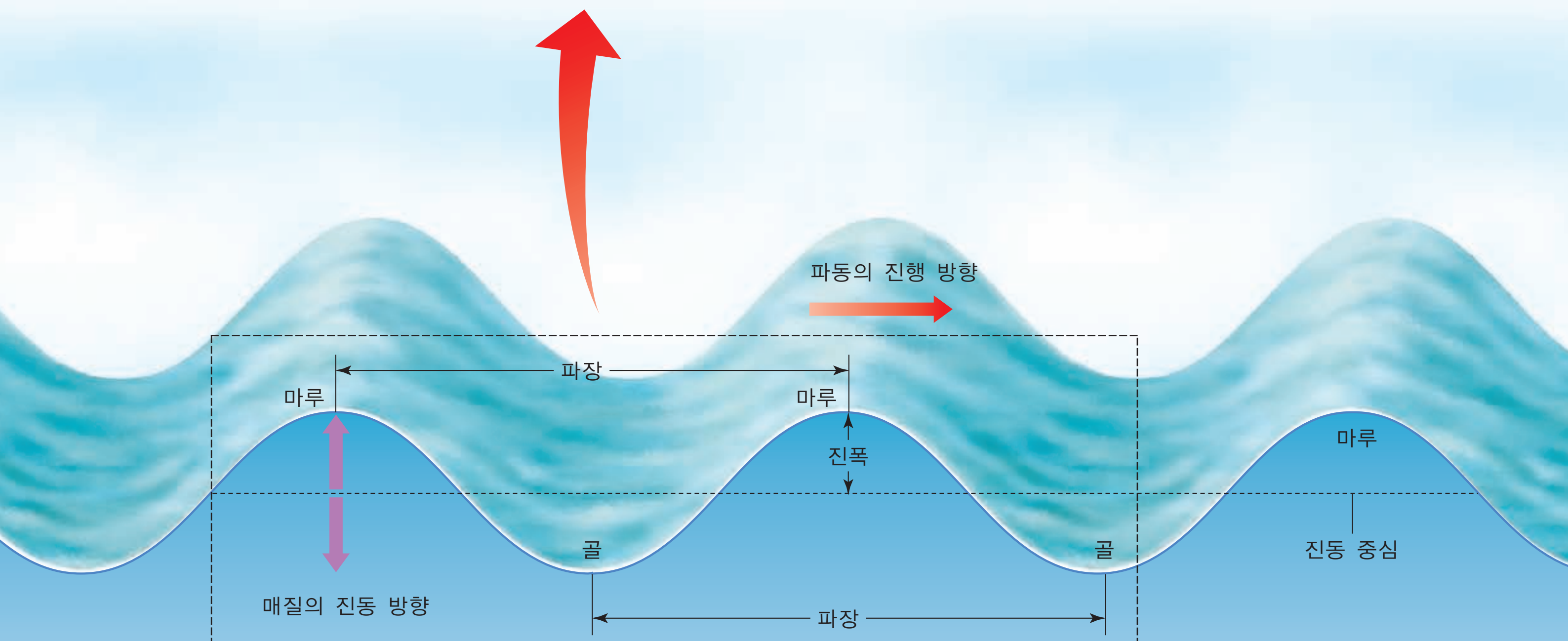


그림 Ⅱ-35 매질의 진동 모습을 나타낸 그래프_ 거리에 따라 어느 순간 매질이 얼마나 진동 중심으로부터 떨어져 있는지 나타낸 그래프이다.



파동을 표시하는 또 다른 방법은 매질의 어느 한 점의 위치를 시간에 따라 나타내는 것이다. 이렇게 하면 파동의 **주기**와 **진폭**을 알 수 있다. 파동이 진행할 때 매질의 각 점은 일정한 시간 간격으로 진동하는데, 매질이 한 번 진동하는 데 걸린 시간을 주기라고 하고 단위는 주로 초를 사용한다. 1초 동안 매질이 진동한 횟수를 **진동수**라고 하며 단위는 Hz(헤르츠)를 쓴다. 진동수는 $\frac{1}{주기}$인 관계가 있다.

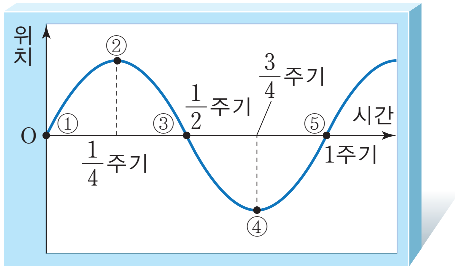


그림 Ⅱ-36 매질의 어느 한 점의 시간에 따른 위치_ 오른쪽 그림에서 줄 위에 표시된 점의 높낮이를 시간에 따라 나타내면 주기, 진동수, 진폭을 알 수 있다.

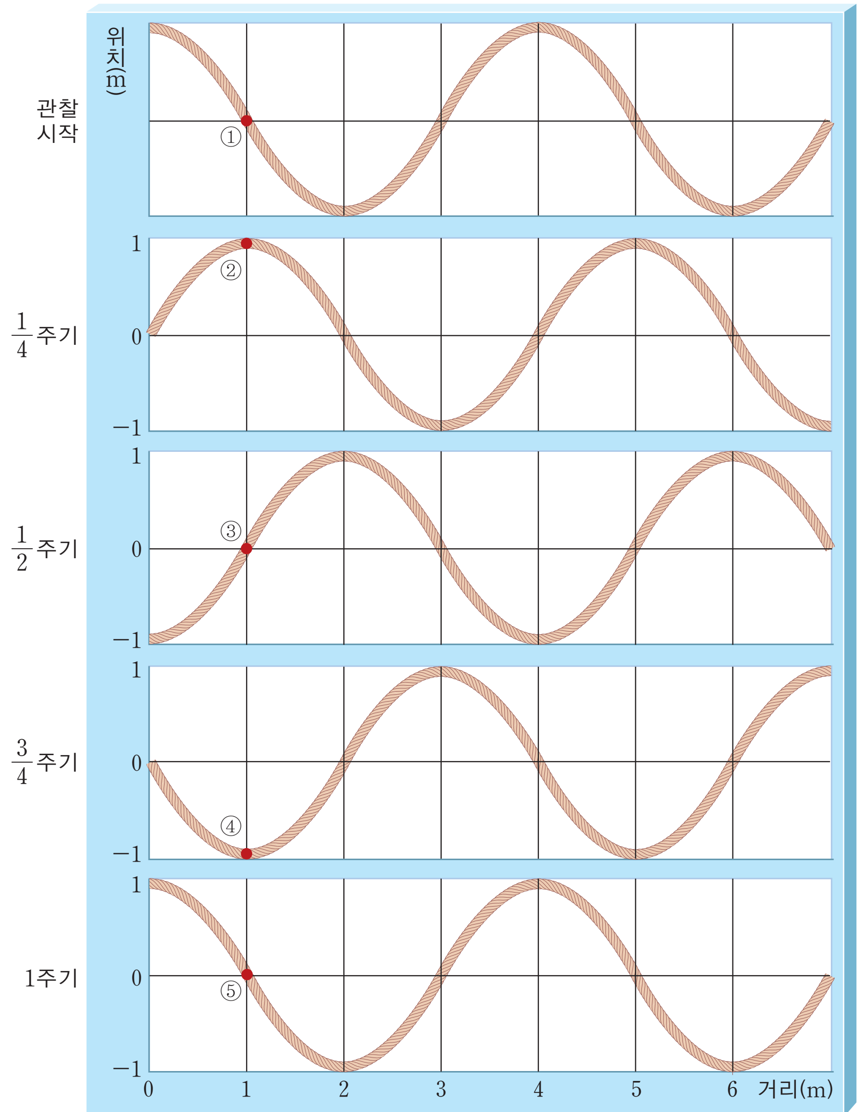


그림 Ⅱ-37 시간에 따른 파동의 모습_ 줄의 파동을 $\frac{1}{4}$주기 간격으로 나타낸 그림이다.

자기 주도 학습

개념 확인하기

매질의 어느 한 점의 시간에 따른 위치를 나타낸 그래프에서 알 수 있는 것은 무엇인가?

응용 문제 해결하기

파장과 주기를 알고 있는 파동의 속력은 어떻게 구할 수 있을까?

과학과 생활 연관 짓기

바다에서 지진이 발생했을 때 지진 해일이 함께 일어나는 이유를 알아보자.

지진파에도 횡파와 종파가 있다!

2011년에 일본 대지진으로 발생한 해일은 순식간에 일본 동북부의 후쿠시마 지역을 폐허로 만들었다. 이렇듯 지진이 발생하면 인명과 재산 등에 많은 피해를 준다. 자연이 만드는 이 거대한 현상은 어떻게 생긴 것일까?

지진은 여러 가지 원인에 의한 땅속의 진동으로 발생하며, 이 진동은 지진파의 형태로 지표면까지 전달된다. 지진파에는 P파와 S파가 있는데 P파는 종파이고 S파는 횡파이다.

P파는 진행 방향으로 땅속 지각을 진동시키면서 지표면에 도달한다. 따라서 P파가 지표면 바로 아래에 도달하면 지표면에서는 세로 방향의 진동을 느낀다. S파는 진행 방향과 수직 방향으로 땅속 지각을 진동시키면서 지표면에 도달한다. 따라서 S파가 지표면 바로 아래에 도달하면 지표면에서는 가로 방향의 진동을 느낀다. S파는 P파보다 지표면에 늦게 도달하지만 가로 방향으로 진동하기 때문에 더 많은 피해를 준다.

이러한 지진파의 피해를 줄이기 위해 건물을 지을 때에는 여러 가지 방법으로 내진 설계를 해야 한다.



지진파의 전달_P파는 지진파의 진행 방향과 나란하게 땅이 진동하고 S파는 지진파의 진행 방향과 수직으로 땅이 진동한다.

2-2 파동의 반사와 굴절

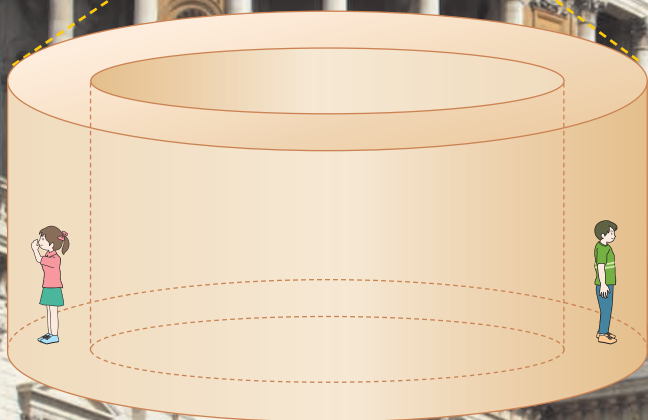


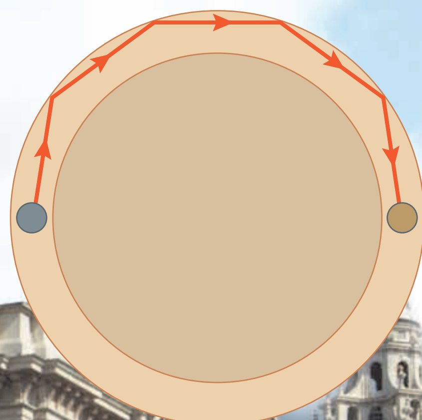
학습 목표

- 파동의 반사와 굴절 현상의 원리를 말할 수 있다.
- 우리 주변에서 파동의 반사와 굴절 현상을 이용한 예를 찾을 수 있다.

건축물을 지을 때에는 단순히 기능만 생각하지 않고 아름다움을 생각하여 짓기도 하고, 특별한 요소를 건축물에 포함시키기도 한다. 영국의 런던에 있는 세인트폴 대성당 안에는 '속삭임의 회랑'이라는 특별한 곳이 있다. 여기에는 돔 모양의 천장 아래에 원통형 벽이 있고, 그 벽을 따라 통로가 있다. 중앙은 비어 있으며, 원형 통로의 반대쪽은 30 m 정도 떨어져 있다. 이 벽의 근처에서 작은 소리를 내면 신기하게도 30 m 정도 떨어진 반대쪽에서도 그 소리가 들린다. 이것은 말소리가 벽에서 반사되어 나아가기를 반복하여 원형의 벽을 따라 계속 진행하기 때문이다.

이와 같이 파동이 진행할 때 장애물을 만나거나 서로 다른 매질을 만나면 어떻게 나아가는지 자세히 알아보자.





위에서 본 단면도



탐구 활동

파동의 성질 관찰하기

실험 · 관찰

목·표

물결파 실험 장치를 통하여 파동의 성질을 관찰할 수 있다.

준·비·물

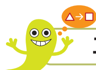
물결파 실험 장치, 물, 자 (30 cm)

유·의·점

1. 물의 깊이가 일정하도록 물결통을 수평이 되게 한다.
2. 물결파 실험 장치를 작동시켜, 투영판에 물결 무늬가 잘 보이도록 조정한다.
3. 물결파가 만들어지는 초기에 관찰한다.
4. 물결파 실험 장치의 전기 장치가 물에 닿지 않게 주의한다.

탐|구|도|우|미

물결파의 진행 모습을 동영상으로 찍어서 관찰한다.



과정

❶ 물결파 실험 장치를 설치하고 물의 높이가 물결통의 절반 정도 되도록 물을 채운다.

❷ 물결통에 장애물을 놓고 직선파를 발생시킨 후 물결파가 나아가는 모습을 관찰한다.

❸ 물결통에 아크릴판을 잠기게 하여 물의 깊이를 다르게 한 다음 직선파를 발생시켜 물결파가 나아가는 모습을 관찰한다.



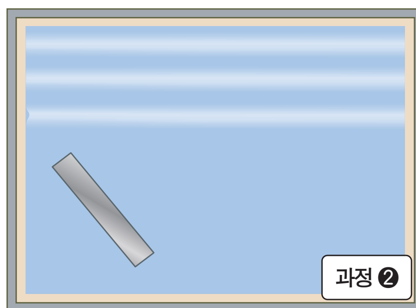




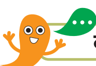


결과

과정 ❷와 ❸에서 물결파가 나아가는 모습을 각각 그림으로 그려 보자.







해석

1 물결파는 장애물의 표면에서 어떻게 나아가는가?

2 과정 ❸에서 아크릴판을 물에 잠기게 하는 이유는 무엇인가?

물결파가 진행하는 모습을 관찰하면 마루와 골이 주기적으로 나타난다. 또한 물결파는 나아가다가 장애물에 부딪히면 되돌아 나아가고 물의 깊이가 달라지면 그 경계면에서 진행 방향이 꺾여 나아간다. 이처럼 파동이 장애물을 만나 되돌아 나아가는 현상을 **파동의 반사**라 하고, 성질이 다른 매질을 만났을 때 진행 방향이 꺾이는 현상을 **파동의 굴절**이라고 한다.

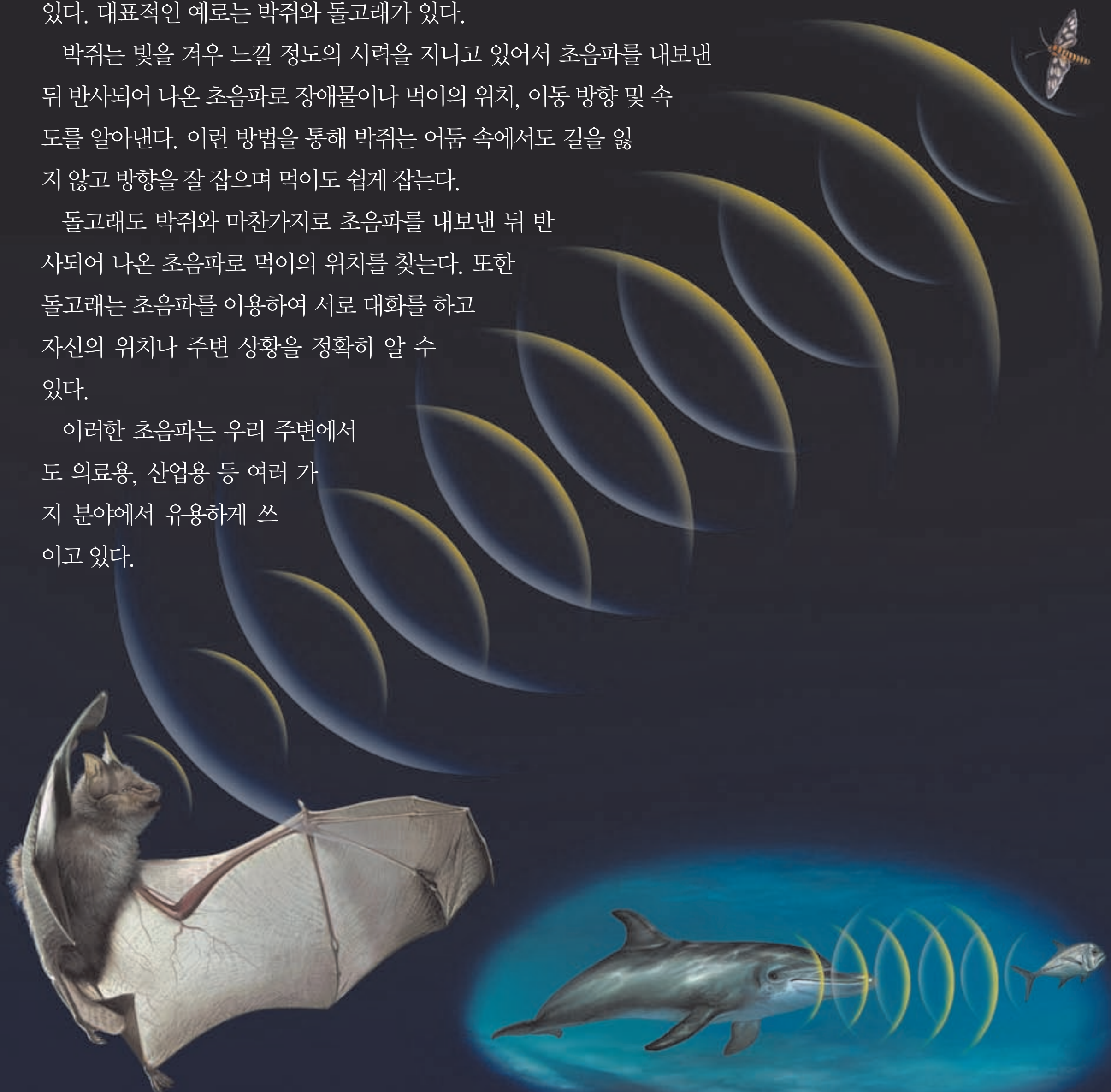
이미지 사이언스 초음파를 이용하는 생물

파동의 반사를 이용하여 먹이를 사냥하거나 서로 의사소통을 하는 동물들이 있다. 대표적인 예로는 박쥐와 돌고래가 있다.

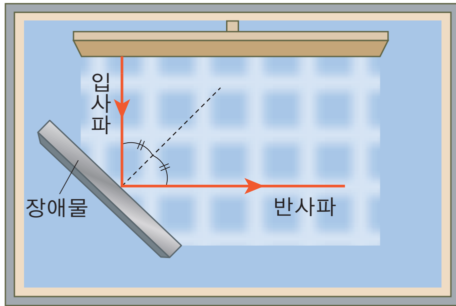
박쥐는 빛을 겨우 느낄 정도의 시력을 지니고 있어서 초음파를 내보낸 뒤 반사되어 나온 초음파로 장애물이나 먹이의 위치, 이동 방향 및 속도를 알아낸다. 이런 방법을 통해 박쥐는 어둠 속에서도 길을 잃지 않고 방향을 잘 잡으며 먹이도 쉽게 잡는다.

돌고래도 박쥐와 마찬가지로 초음파를 내보낸 뒤 반사되어 나온 초음파로 먹이의 위치를 찾는다. 또한 돌고래는 초음파를 이용하여 서로 대화를 하고 자신의 위치나 주변 상황을 정확히 알 수 있다.

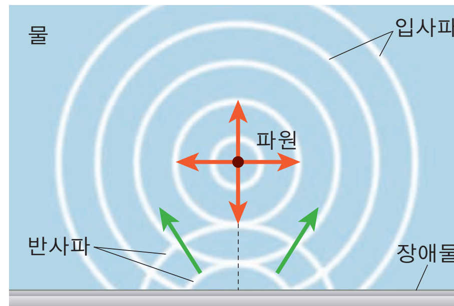
이러한 초음파는 우리 주변에서도 의료용, 산업용 등 여러 가지 분야에서 유용하게 쓰이고 있다.



파동이 진행하다가 반사될 때 반사된 파동의 모양은 입사파의 모양과 같다. 즉, 입사파가 직선파이면 반사파도 직선 모양이고 입사파가 원형파이면 반사파도 원형 모양이다. 또, 빛과 마찬가지로 파동이 반사될 때 입사각과 반사각의 크기는 항상 같다.



ⓐ 그림 Ⅱ-38 직선 모양 파의 반사

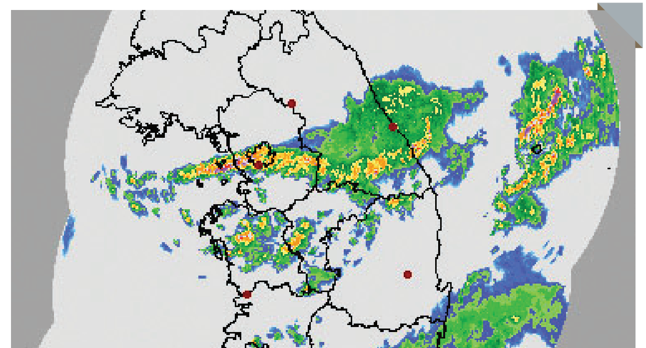


ⓐ 그림 Ⅱ-39 원형 모양 파의 반사

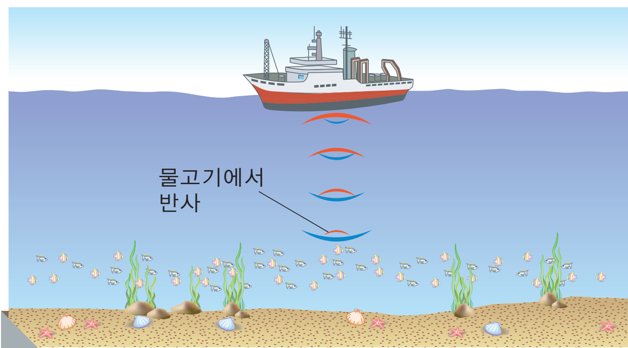
우리는 파동의 반사 현상을 적절히 이용하기도 한다. 예를 들어 방파제, 자동차의 후방 감지기, 기상 레이더, 초음파 진단 장치, 어군 탐지기 등은 파동의 반사 현상을 이용한 것들이다.



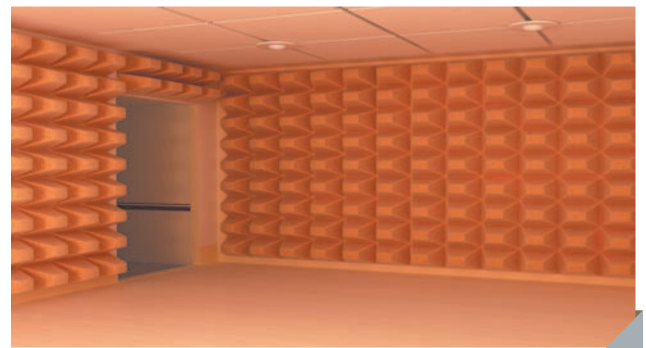
ⓐ **그림 Ⅱ-40 후방 감지기**_ 장애물로 보낸 초음파가 반사되어 되돌아 나오는 것을 감지하여 자동차 후방의 장애물을 감지한다.



ⓐ **그림 Ⅱ-41 기상 레이더**_ 구름에 전파를 발사시키고 다시 구름에서 반사되는 전파를 감지하여 비구름의 위치와 두께 및 이동 속도를 관측한다.



ⓐ **그림 Ⅱ-42 어군 탐지기**_ 배에서 초음파를 내보내고 물고기 떼에서 반사된 초음파를 감지한다.



ⓐ **그림 Ⅱ-43 무향실**_ 흡음재를 이용하여 소리의 반사를 차단한 방이다.

파동은 진행하다가 성질이 다른 매질을 만나면 굴절한다. 파동이 굴절하는 이유는 파동이 진행하다가 속력이 달라지기 때문이다.

예를 들어, 수면을 따라 진행하던 파동이 깊이가 깊은 곳에서 얕은 곳으로 나아가면 파장은 짧아지면서 속력이 느려진다. 이러한 속력의 차이로 파동의 진행 방향이 꺾이게 된다.

파동의 굴절 현상은 포장도로 위를 지나가는 자동차 바퀴가 모래밭으로 비스듬히 들어간 경우와 원리가 비슷하다. 자동차가 포장도로에서 모래밭으로 진입할 때 모래밭에 먼저 들어간 바퀴는 모래밭에서 속력이 느려지지만, 포장도로 위에 있는 바퀴는 속력이 변하지 않아 자동차의 진행 방향이 꺾이게 된다.

스스로 해결하기

포장도로 위를 달리던 자동차의 한쪽 바퀴가 도로 바깥의 모래 부분으로 빠지면 자동차는 모래 쪽으로 진행 방향이 휘어진다. 이것은 파동이 (　　　)하는 원리와 같다.

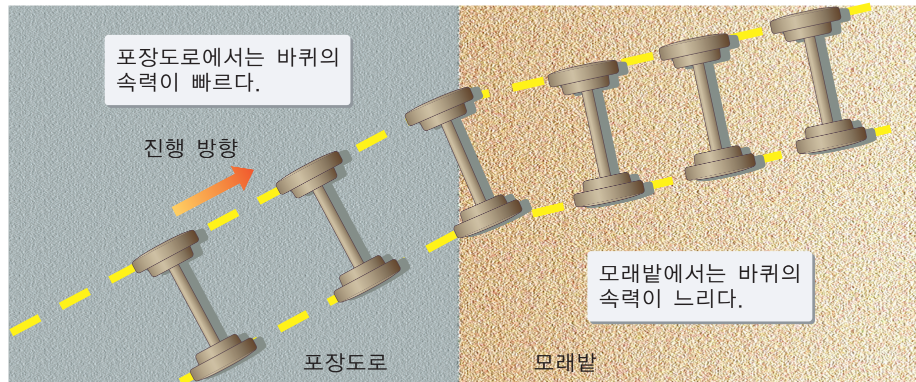


그림 Ⅱ-44 파동이 굴절하는 원리

파동의 굴절에서 매질의 성질이 달라지는 경계면에 수직인 법선을 그렸을 때 입사파의 진행 방향이 법선과 이루는 각을 입사각, 굴절파의 진행 방향이 법선과 이루는 각을 굴절각이라고 한다.

이때 빛의 굴절에서와 마찬가지로 입사각이 커지면 굴절각도 커진다.

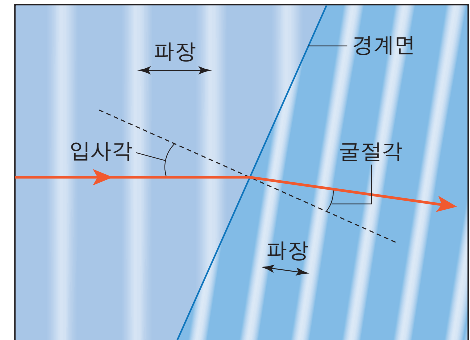


그림 Ⅱ-45 파동의 굴절

자기 주도 학습

개념 확인하기

파동이 진행하다가 성질이 다른 매질을 만나면 어떻게 될까?

응용 문제 해결하기

어군 탐지기에서 물고기까지의 거리를 어떻게 알 수 있는지 알아보자.

과학과 속담 연관 짓기

'낮말은 새가 듣고, 밤말은 쥐가 듣는다.'라는 속담을 파동의 굴절과 관련지어 설명해 보자.

창의·인성 활동

보충·심화

별은 왜 반짝이는 것일까?

맑은 날 밤 하늘에는 무수히 많은 별들이 있다. 이러한 별들의 크기는 실제로 매우 크다. 어떤 별들은 태양보다도 수백 배 큰 것도 있지만, 지구로부터 거리가 너무 멀어 우리 눈에는 모두 점으로 밖에 보이지 않는다.

그런데 이러한 점들이 가끔 반짝반짝 깜빡이는 것을 볼 수 있다. 이런 현상은 왜 일어나는 것일까?

별이 반짝이는 것은 지구의 대기가 움직이기 때문이다. 지구에는 두꺼운 대기가 있고, 이 대기는 부분적으로 밀도가 큰 부분과 밀도가 작은 부분으로 이루어져 있다. 또한 대기는 끊임없이 움직이고 있으므로 대기로 들어온 별빛은 대기의 밀도 차에 의해 불규칙하게 굴절하게 된다. 빛의 굴절로 우리 눈에 들어오는 빛의 양은 계속 변하고 밝기가 일정하지 않아 깜박이는 것처럼 보인다.

별이 반짝이는 것과 비슷한 현상에는 무엇이 있는지 생각해 보자.



2-3 소리



학습 목표

- 소리가 들리는 과정을 설명할 수 있다.
- 파동의 진폭, 진동수, 파형으로부터 소리의 세기, 높낮이, 맵시를 설명할 수 있다.

우리는 주변에서 친구의 노랫소리, 선생님의 수업하시는 소리, 아기의 옹알이 소리, 비행기 날아가는 소리, 아름다운 음악 소리 등 여러 가지 소리를 듣는다. 환경부에서는 '한국의 아름다운 소리 100선'을 선정하여 전국에서 소리와 영상을 녹취하였다. 또 그 소리들을 크게 사계, 향토, 울림, 추억, 생명이라는 영역으로 분류하여 홈페이지에 공개하고 이를 책으로도 발간하였다. 대표적인 소리로는 고드름에서 떨어지는 물 소리, 할아버지의 잔기침 소리, 에밀레종 소리, 학교 종소리, 매미 소리 등이 있다. 이러한 소리들은 어떻게 만들어지고 나아갈까? 또한 소리들에 저마다 독특한 느낌이 있는 이유는 무엇일까?

한국의 아름다운 소리

폭포 소리

에밀레종 소리

밭 가는 소리

고드름에서 떨어지는 물 소리

소쩍새 우는 소리

풍경 소리

억새 부딪히는 소리

참매미 우는 소리

소리의 발생과 전달

우리 주변에는 여러 가지 소리가 있다. 소리는 걸음을 걷거나 자동차가 지나갈 때, 수돗물을 틀거나 종을 칠 때에도 생긴다. 또 피리나 바이올린과 같은 악기를 연주할 때에도 생긴다.

이렇게 소리가 발생하는 이유는 무엇일까? 또 소리는 어떻게 전달될까?

음원
파동이 처음 시작된 곳을 파원이라고 하듯이 소리가 처음 발생하는 곳을 음원이라고 한다.



해 보기 소리는 어떻게 전달되는 것일까? 실험

|과정|

1 얇은 종이 위에 설탕을 뿌려 놓고 소리굽쇠를 막대로 친 다음 종이 가까이 가져가 보자.

2 북을 세워 놓고, 양초에 불을 붙여 옆에 세워 둔 다음 북을 세게 쳐 보자.



|해석|

1 종이 위의 설탕 알갱이들과 양초의 불꽃은 어떤 변화를 보이는가?



2 설탕 알갱이들과 양초의 불꽃을 관찰한 결과 어떤 사실을 알 수 있는가?

얇은 종이 위에 설탕을 뿌려 놓고 막대로 친 소리굽쇠를 종이 가까이 가져가면, 종이 위의 설탕 알갱이들이 튀어오르는 모습을 관찰할 수 있다. 또한 양초에 불을 붙여 놓고 옆에서 북을 치면 불꽃이 흔들리는 것을 관찰할 수 있다. 이를 통해 소리굽쇠나 북의 진동으로 **음파**가 발생하고 이 진동이 공기 중으로 전달되어 얇은 종이나 불꽃을 진동시킨다는 것을 알 수 있다.

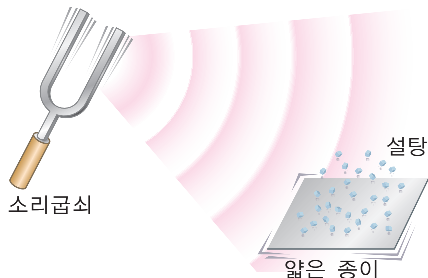
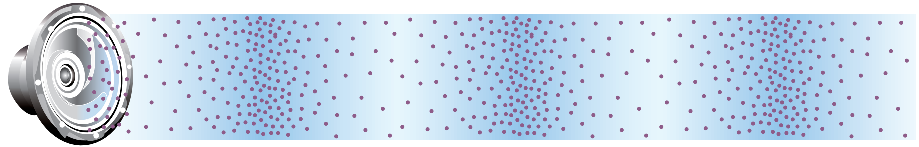


그림 Ⅱ-46 소리굽쇠의 진동_ 소리굽쇠에서 발생한 음파가 공기를 통해 전달되어 종이가 떨린다.



그림 Ⅱ-47 북의 진동_ 북에서 발생한 음파가 공기를 통해 전달되어 촛불이 흔들린다.

실제로 소리가 주위로 전달될 때에는 음원에서 발생한 진동이 주위의 공기 분자들을 밀고 당기듯이 진동시키면서 나아간다. 그 결과 공기 분자들에는 빽빽한 곳과 듬성듬성한 곳이 주기적으로 생기면서 나아가게 된다.



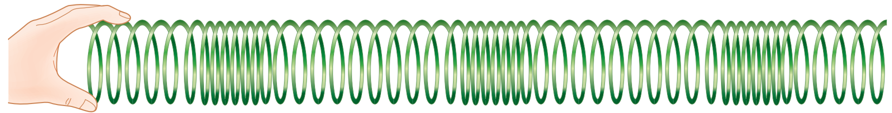


그림 Ⅱ-48 공기 분자의 진동으로 전달되는 소리_ 소리는 마치 용수철로 만든 종파에서와 같이 주위의 공기를 진동시키면서 전달된다.

소리는 우리 주위에서 쉽게 찾을 수 있는 파동 중의 하나로서, 일반적으로 공기를 통해 주변으로 전달되고, 물이나 땅을 통해서 전달되기도 한다. 즉, 소리는 기체, 액체, 고체에서 매질을 진동시키면서 전달된다. 하지만 공기가 없는 진공에서는 매질이 없기 때문에 소리가 전달되지 않는다. 한편, 소리는 전달되는 매질에 따라 속력이 다른데 일반적으로 고체를 통과할 때 가장 빠르고, 액체, 기체 순서로 전달 속력은 느려진다.



소리는 무엇에 의해 발생하는가?



그림 Ⅱ-50 고체 매질에서 소리의 전달_ 철봉을 두드리면 철봉을 따라 소리가 전달된다.



그림 Ⅱ-49 액체 매질에서 소리의 전달_ 수중 발레 선수는 물속에서 들리는 소리에 맞춰 춤을 춘다.



그림 Ⅱ-51 소리가 전달되지 않는 우주 공간_ 우주 공간에서는 매질이 없어 소리를 전달하지 못한다.

소리를 듣는 과정

친구들과 대화를 할 때에도 친구의 말소리는 공기의 진동을 통해 우리 귀까지 전달된다.

사람의 목소리는 성대가 진동하여 만들어지며, 이 진동이 기도 안의 공기를 통해 입 밖으로 나아간다. 입에서 나온 소리는 주위의 공기를 진동시키면서 나아가다가 사람의 귀에 들어가 고막을 진동시킨다. 고막의 진동은 귀의 여러 부분을 통해 전달되고 뇌가 인식할 수 있는 신호로 바뀌며, 뇌는 이 신호를 소리라고 인식하게 된다.

그렇다면 사람은 모든 음파를 귀로 들을 수 있을까? 사람은 특정한 진동수를 가진 음파만 들을 수 있다. 사람이 들을 수 있는 음파의 진동수는 20~20,000 Hz인데, 이를 **가청 진동수**(또는 **가청 주파수**)라고 한다.

사람이 들을 수 있는 진동수보다 큰 진동수를 가진 음파를 초음파라고 하는데, 초음파는 우리 주변에서 의료용이나 어군 탐지기 등에 이용되고 있다. 또한 동물들은 사람과 가청 진동수의 범위가 다르기 때문에 사람이 듣지 못하는 음파를 들을 수 있다. 예를 들어, 돌고래는 100~150,000 Hz 범위의 음파를 들을 수 있기 때문에 들을 수 있는 소리의 범위가 사람보다 훨씬 더 넓다.



사람이 들을 수 있는 음파의 진동수 범위는 몇 Hz인가?

틴벨



사람은 나이가 들수록 가청 진동수의 범위가 좁아진다. 예를 들어, 청소년들은 17,500 Hz의 진동수를 가진 휴대전화 벨소리를 들을 수 있지만 어른들은 잘 듣지 못한다. 그래서 이 벨소리를 틴벨이라고 부르기도 한다.

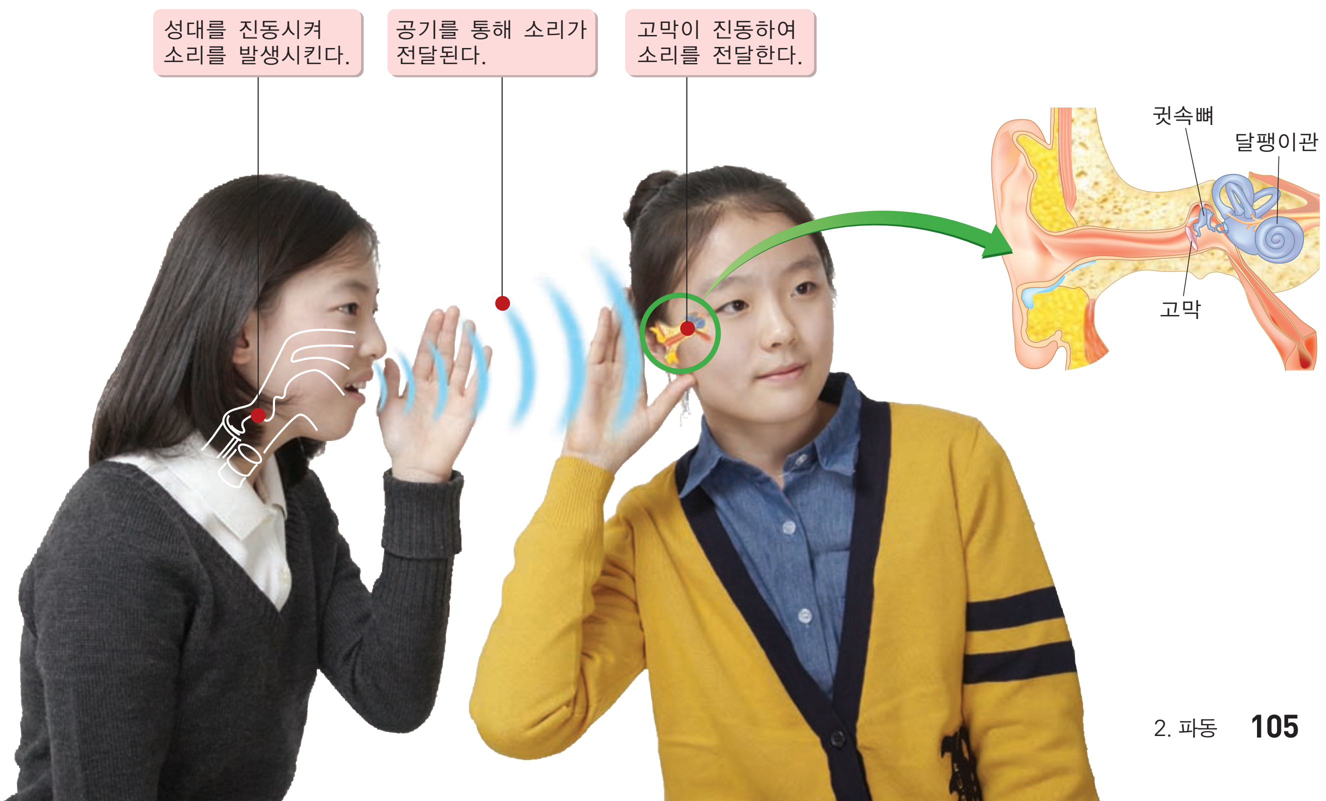


그림 Ⅱ-52 소리를 듣는 과정

소리의 특성

음악 시간에 악기를 연주할 때 같은 음의 소리를 내더라도 악기마다 다른 느낌을 받는다. 악기마다 소리가 다르게 들리는 이유는 무엇일까? 여러 가지 악기 소리의 파형을 관찰하여 소리의 특성에 대하여 알아보자.



탐구 활동 여러 가지 악기 소리의 특성

실험(동영상)

목·표

음파의 진폭, 진동수, 파형으로부터 여러 가지 악기 소리의 세기, 높낮이, 맵시를 설명할 수 있다.

준·비·물

실로폰, 하모니카, 리코더, 바이올린, 컴퓨터, 마이크, 소리 분석 프로그램



유·의·점

소리의 특성이 잘 드러나는 부분의 음파를 비교한다.



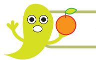
과정

❶ 리코더를 이용하여 같은 높이의 소리를 약하게 한 번, 세게 한 번 분다. 두 소리를 컴퓨터와 마이크를 이용하여 녹음한다.

❷ 리코더를 이용하여 같은 세기로 낮은 음을 한 번 분 다음 잠시 후 높은 음으로 한 번 더 분다. 두 소리를 컴퓨터와 마이크를 이용하여 녹음한다.

❸ 하모니카, 바이올린, 실로폰 등 여러 악기로 같은 세기, 같은 높이의 소리를 내고 이를 컴퓨터와 마이크를 이용하여 녹음한다.

❹ 과정 ❶, ❷, ❸에서 녹음한 소리를 소리 분석 프로그램을 이용하여 분석하고 비교해 본다.



결과

1 과정 ❶에서 얻은 두 가지 소리를 분석하여 얻은 음파를 비교해 본다.

2 과정 ❷에서 얻은 두 가지 소리를 분석하여 얻은 음파를 비교해 본다.

3 과정 ❸에서 얻은 각각의 소리를 분석하여 얻은 음파를 비교해 본다.



해석 창의 · 인성

1 리코더를 세게 불었을 때와 약하게 불었을 때 음파의 차이점을 말해 보자.

2 리코더의 높은 음과 낮은 음을 불었을 때 음파의 차이점을 말해 보자.

3 악기마다 소리의 느낌이 다른 이유를 음파와 관련지어 설명해 보자.



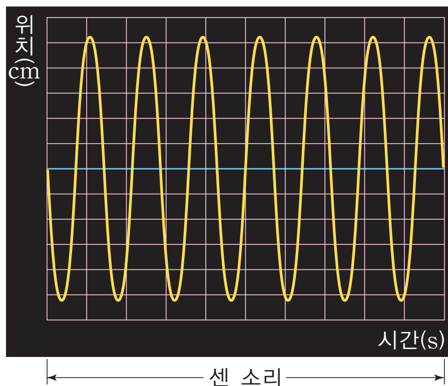
음원에서 발생한 소리 정보는 마이크와 컴퓨터를 이용하여 기록할 수 있다. 이 소리를 소리 분석 프로그램에서 분석해 보면 공기가 시간에 따라 어떻게 진동하는지 알 수 있다. 이를 통해 서로 다른 두 소리의 세기, 높낮이, 맵시를 비교할 수 있다.

센 소리는 음파의 진폭이 크게 나타나고 작은 소리는 음파의 진폭이 작게 나타나며, 높은 소리는 음파의 진동수가 크게 나타나고 낮은 소리는 음파의 진동수가 작게 나타난다.

한편, 같은 세기와 같은 높이의 소리라도 음파의 파형이 다를 수 있는데, 그 이유는 소리의 맵시가 다르기 때문이다.

소리의 녹음
녹음은 마이크가 있는 지점의 공기가 시간에 따라 어떻게 진동하는가에 대한 정보를 기록하는 것이다.

잠깐 체크 높은 소리와 낮은 소리의 음파는 무엇이 다른가?



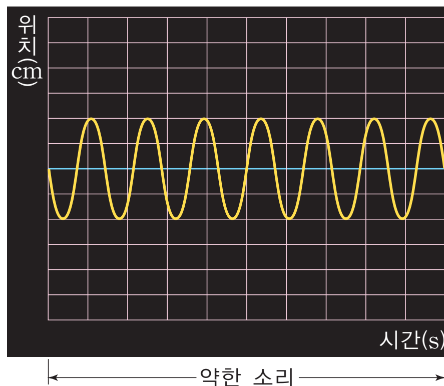
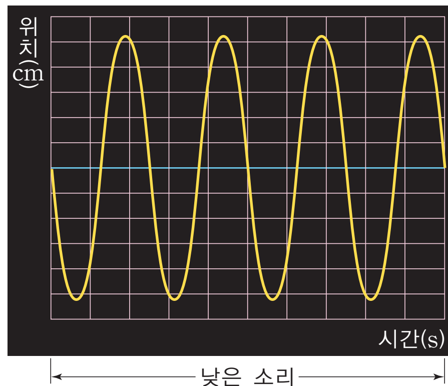


그림 Ⅱ-53 소리의 세기와 진폭_ 센 소리는 음파의 진폭이 크고, 약한 소리는 음파의 진폭이 작다.



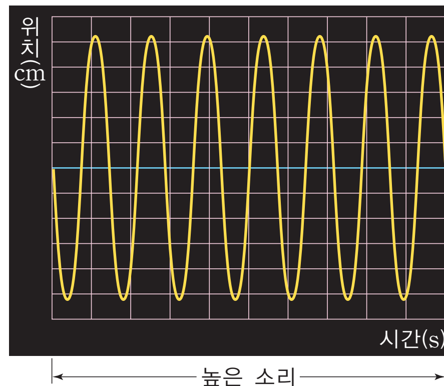
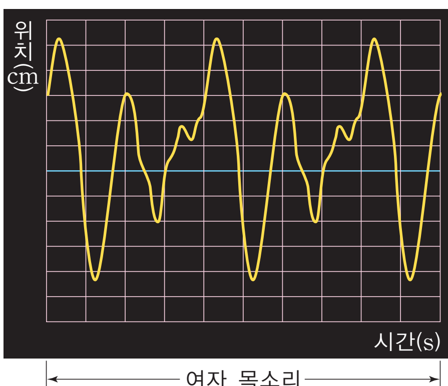


그림 Ⅱ-54 소리의 높낮이와 진동수_ 낮은 소리는 음파의 진동수가 작고, 높은 소리는 음파의 진동수가 크다.



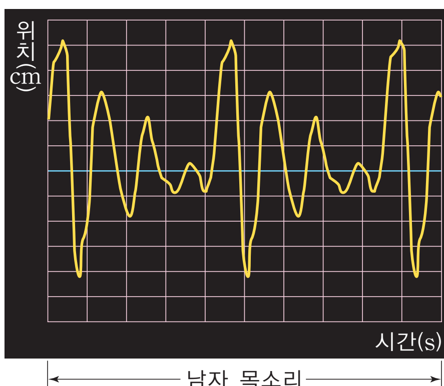


그림 Ⅱ-55 소리의 맵시와 파형_ 여자 목소리와 남자 목소리의 음파는 파형이 다르다.

스스로 해결하기

아래 문장 중 틀린 곳에 밑줄을 긋고, 알맞게 고쳐 보자.

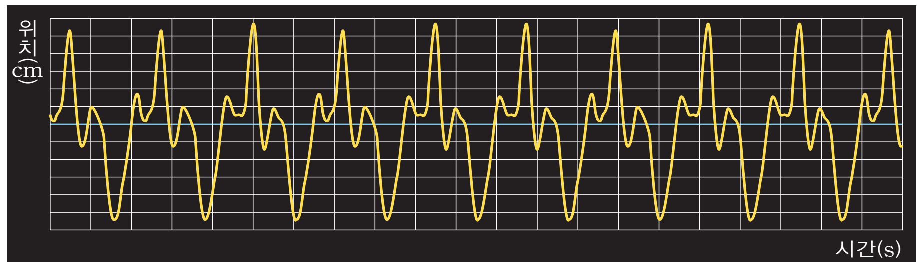
> 모습이 보이지 않아도 목소리만으로 친구를 구별할 수 있는 이유는 소리의 높낮이가 다르기 때문이다.

악기에서 나는 소리 역시 음파의 진폭이 클수록 센소리이며, 진동수가 클수록 높은 소리이다. 또한 여러 가지 악기 소리의 음파를 살펴보면 악기마다 파형이 서로 다르다는 것을 알 수 있다. 이를 통해 여러 가지 악기가 각각 독특한 맵시의 소리를 내는 것을 설명할 수 있다.

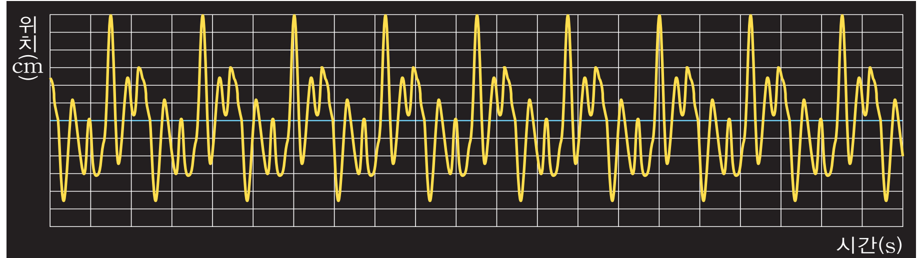
지문이 사람마다 다른 것과 같이 소리도 사람마다 독특한 특징을 가지고 있기 때문에 우리는 서로 다른 목소리를 구별할 수 있다. 소리의 이런 특성을 이용한 기술에는 음성 인식 기술이 있다.

그림 Ⅱ-56 여러 가지 악기의 파형

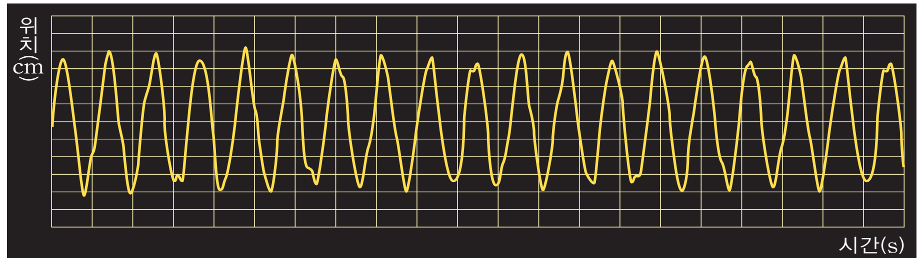

리코더의 '라' 음



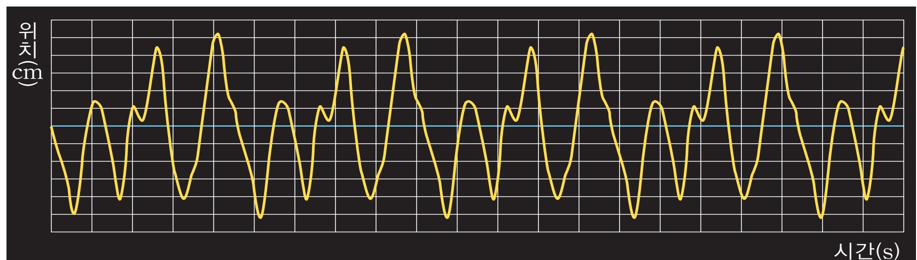

하모니카의 '라' 음




실로폰의 '라' 음




바이올린의 '라' 음



우리 생활 속의 빛과 파동

우리 생활 주변에는 많은 종류의 빛과 파동이 있으며, 우리는 이것을 적절히 이용하여 더욱 편리한 생활을 누릴 수 있다. 여러 분야에서 빛과 파동이 어떻게 활용되고 있는지 자세히 알아보자.



탐구 활동 | 빛과 파동의 활용 | 조사

목·표

빛이나 파동 현상이 기술과 예술 등 다른 분야에서 활용되는 예를 찾아볼 수 있다.

준·비·물

사진을 촬영할 수 있는 장치(디지털 카메라, 휴대 전화 등), 필기도구



유·의·점

파동 현상이 명확하게 강조될 수 있는 영상을 담는다.



과정

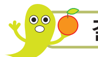
❶ 인터넷이나 신문 등의 자료를 통해 빛과 파동이 활용된 예를 찾아 스크랩한다.

❷ 조사한 내용을 장소에 따라 분류한다.

* 장소의 예 : 가정, 도로, 과학관, 놀이공원, 병원, 고궁, 미술관, 공연장 등

❸ 모둠을 나누어 선정된 장소 중 하나를 선택하여 빛과 파동이 활용된 예를 사진으로 찍는다.





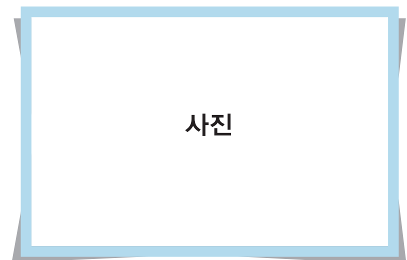
결과와 해석 창의 · 인성

1 모둠별로 찍은 빛 또는 파동이 이용된 사진을 촬영 일지에 기록한다.



촬영 일지

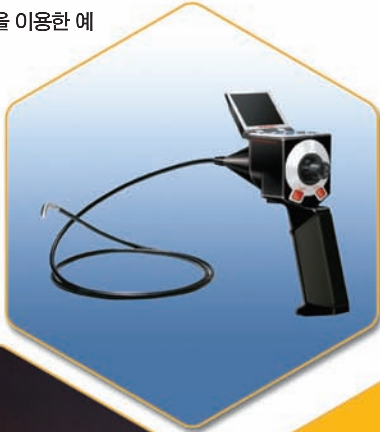
- **장소:**
- **날짜:**
- **활용된 분야:**
- **설명:**



2 각각의 예에서 빛 또는 파동이 기술, 예술 등 여러 분야와 관련하여 어떻게 활용되고 있는지 발표해 보자.

우리 생활에서 빛이나 파동이 활용되는 예는 매우 많다. 빛을 이용한 예로는 각종 조명 기구, 영상 표현 장치, 내시경과 같은 의료 기구, 예술 작품 등이 있다. 파동을 이용한 예로는 전파를 이용한 정보 통신, 초음파를 이용한 질병의 진단, 공연 예술에서의 음향 효과, 지진파를 이용한 지질 분석 등이 있다. 이러한 빛과 파동을 이용한 기술은 여러 분야와 융합하여 꾸준히 발전하고 있다.

그림 Ⅱ-57 빛과 파동을 이용한 예



내시경
빛의 반사를 이용하여 몸 속에 병이 있는지 진단할 수 있다.



비디오 아트
비디오를 이용하여 빛의 예술을 구현한다.



건축물의 야경
빛은 건축물의 기능뿐만 아니라 예술적인 감각도 살려 준다.





안테나
안테나는 멀리서 발송되는 정보를 모아 우리에게 전달한다.



음악당
음악당 내부는 소리가 구석까지 잘 들리도록 설계되어 있다.



초음파
초음파를 이용하여 태아의 상태를 알 수 있다.

자기 주도 학습

개념 확인하기
소리가 처음 발생하는 곳을 무엇이라고 하는가?

개념 응용하기
소리의 세기, 높낮이, 맵시는 음파와 어떤 관련이 있을까?

과학과 기술 연관 짓기
귀에 장애가 있는 사람이 통화할 수 있게 해주는 골전도 전화기의 원리를 알아보자.

STEAM 융합

음성 인식 기술

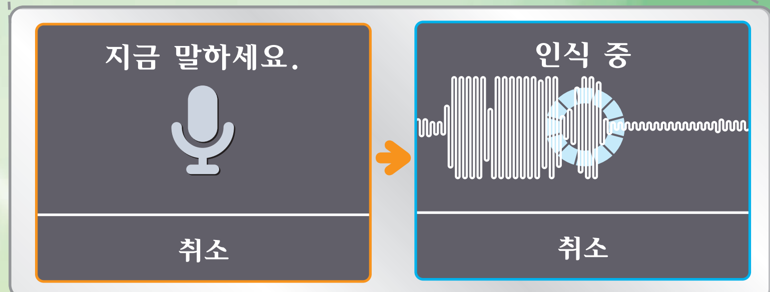
음성 인식 기술은 전화나 휴대 전화, 마이크 등을 통해 입력된 사람의 음성을 컴퓨터가 분석하여 기계가 인식할 수 있도록 만든 첨단 소프트웨어 기술이다.

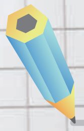
우리 주변에서 음성 인식 기술을 이용한 것에는 텔레비전을 포함한 가정용 전기 기구, 게임기 등이 있다. 음성 인식 텔레비전은 '지난주 방영한 과학 다큐'라고 말하면 텔레비전 화면에 선택 가능한 프로그램 목록이 표시된다. 음성 인식 기술은 전등을 끄고 켜는 단순한 명령에서부터 냉장고 식품 관리까지 음성으로 조작하는 장치가 개발되었다. 또한 휴대 전화를 이용하여 문자를 보낼 때에도 손으로 쓰거나 버튼을 누르는 방식 이외에 음성 인식 기술을 이용하여 말하는 대로 문자로 표시되어 문자 전송이 가능하다.

최근에 들어서 스마트폰 기술이 발달하면서 음성을 통한 검색이나 음성을 문자로 바꿔 주는 등의 매우 다양한 프로그램들이 개발되고 있다.

이 밖에 음성으로 오디오 등을 제어하는 자동차가 등장하였고, 음성으로 작업을 명령하면 그 결과가 헬멧에 표시되는 전투기 등이 이미 선보였다. 또한 상품 분류와 포장 작업에도 이 기술을 이용한다. 이 기술을 이용하면 작업자는 헤드셋과 이동식 컴퓨터를 착용해 다른 일을 하면서도 상품 분류와 포장 작업을 수행할 수 있어 작업 능률을 높일 수 있다.

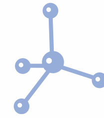






대단원 마무리

Ⅱ. 빛과 파동


개념 정리하기

빛

- 물체를 보는 원리
  - 광원 → 물체 → 눈
  - 광원에서 나온 빛이 물체에서 ㉠ ______ 되어 눈에 들어온다.
- 영상 장치
  - ㉡ ______ : 빨간색, 초록색, 파란색
- 거울
  - 물체와 같은 크기의 바로 선 상: ㉢ ______
  - 볼록 거울: 작고 바로 선 상
  - ㉣ ______
    - 멀 때: 거꾸로 선 상
    - 가까울 때: 크고 바로 선 상
- 렌즈
  - ㉤ ______
    - 멀 때: 거꾸로 선 상
    - 가까울 때: 크고 바로 선 상
  - 오목 렌즈: 작고 바로 선 상

파동

- 발생: 파동은 진동에 의해 발생한다.
- 종류
  - ㉤ ______ : 파동의 진행 방향이 진동 방향과 수직이다.
  - 종파: 파동의 진행 방향이 진동 방향과 나란하다.
- 반사 (입사파, 반사파, 장애물)
- 굴절 (파장, 경계면, 입사각, 굴절각)
- 소리
  - ㉥ ______ : 사람이 들을 수 있는 음파의 진동수로서 20~20,000 Hz이다.
  - 특성
    - 진폭: 큰 소리, 작은 소리
    - 진동수: 낮은 소리, 높은 소리
    - ㉦ ______ : 서로 다른 소리

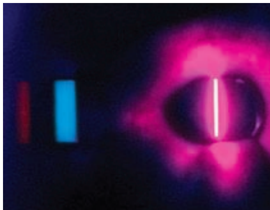
개념 적용하기



1 물체를 보는 것에 대한 설명으로 옳은 것을 〈보기〉에서 있는 대로 고르시오.

> 보기
> ㄱ. 물체를 볼 때에는 눈에서 빛이 나온다.
> ㄴ. 모닥불을 보는 것은 광원을 보는 것이다.
> ㄷ. 빛이 물체를 비추어서 반사된 빛이 우리 눈에 들어오면 물체를 보게 된다.

2 그림은 어떤 색을 띠는 빛을 간이 분광기로 관찰한 모습이다.



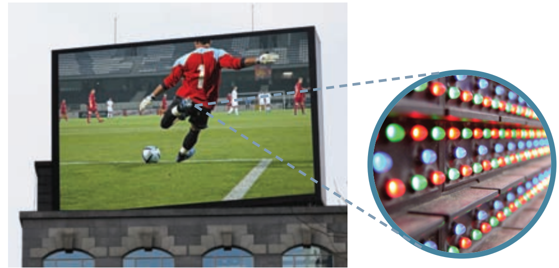
이에 대한 설명으로 옳은 것을 〈보기〉에서 있는 대로 고르시오.

> 보기
> ㄱ. 이 빛은 자홍색으로 보인다.
> ㄴ. 이 빛은 눈으로 볼 수 있는 색을 띤다.
> ㄷ. 이 빛은 빨간색과 파란색 성분을 포함하고 있다.

3 다음의 빛을 합성했을 때 나타나는 색을 옳게 연결하시오.

(1) 빨간색+초록색 •   • (가) 청록색
(2) 초록색+파란색 •   • (나) 노란색
(3) 파란색+빨간색 •   • (다) 자홍색

4 그림은 먼 곳에서 본 전광판과 가까이에서 본 전광판의 모습을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것을 〈보기〉에서 있는 대로 고르시오.

> 보기
> ㄱ. 대형 전광판은 낮에도 잘 보이게 하기 위해 발광체로 LED를 사용한다.
> ㄴ. 빨간색, 초록색, 파란색 세 가지 색의 LED로 다양한 색을 내는 전광판을 만들 수 있다.
> ㄷ. 전광판이 다양한 색을 구현할 수 있는 것은 사람의 원뿔 세포가 색을 인식하는 원리를 이용한 것이다.

5 다음의 상은 평면 거울, 볼록 거울, 오목 거울 중 어떤 거울에 의한 상인지 쓰시오.

(1) 친구의 눈동자에 비친 내 모습
(2) 잔잔한 호수에 비친 나무의 모습
(3) 숟가락 안쪽 면에 거꾸로 보이는 내 모습

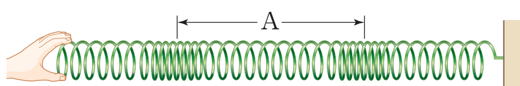
6 돋보기에 대한 설명이다. 옳은 것에 ○표 하시오.

(1) 노인들이 쓰는 돋보기는 (볼록, 오목) 렌즈이다.
(2) 돋보기로 보이는 확대된 상은 (실제로 광선이 모여서 만드는, 마치 상에서 광선이 나오는 것처럼 보이는) 상이다.

개념 적용하기



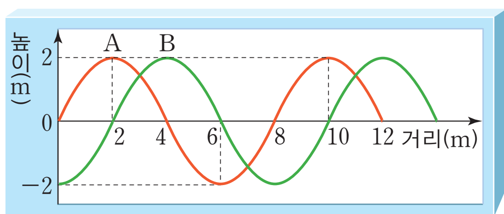
7 다음 그림은 용수철을 앞뒤로 흔들 때 만들어지는 파동이다.



(1) 위 그림과 같이 진행하는 파동의 예를 두 가지 쓰시오.

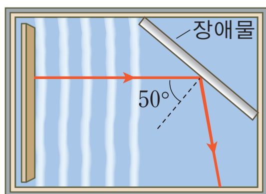
(2) 위의 파동에서 A가 나타내는 것은 무엇인지 쓰시오.

8 그림과 같이 파동 A가 오른쪽으로 진행하여 1초 후에 B와 같은 모양이 되었다.



이 파동의 진폭, 파장, 주기는?

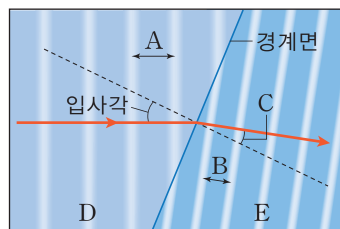
9 그림은 물결파가 진행하다가 장애물에 부딪혀 되돌아 나가는 모습을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것은?

① 물결파의 반사각은 40°이다.
② 파동의 굴절 현상을 나타낸다.
③ 입사각과 반사각의 크기는 같다.
④ 입사각이 커지면 반사각은 작아진다.
⑤ 장애물에 부딪힌 후 물결파의 속력은 빨라진다.

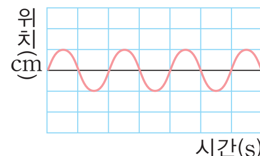
10 그림은 물결파가 수심이 다른 곳으로 진행하는 모습을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것은?

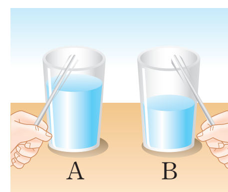
① A와 B의 간격은 같다.
② 각 C는 입사각보다 크다.
③ D보다 E의 수심이 더 깊다.
④ 물결파는 경계면에서 반사한다.
⑤ 물결파가 굴절할 때 진동수는 변하지 않는다.

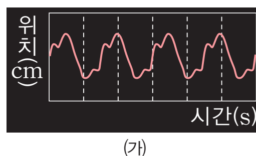
11 그림은 소리굽쇠를 쳐서 나는 소리를 녹음한 음파이다.



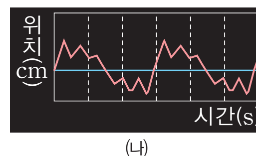
이 음파보다 진폭이 2배이고, 진동수가 $\frac{1}{2}$배인 음파를 그리시오.

12 그림과 같이 물의 양이 많은 컵 A를 쳤을 때보다 물의 양이 적은 컵 B를 쳤을 때 더 높은 소리가 발생하였다. 다음 그래프는 두 경우에서 발생한 소리의 파형을 나타낸 것이다.





(가)



(나)

(가), (나)는 각각 어느 경우의 소리인지 쓰시오.

개념 응용하기

탐구력 기르기

1 사람은 세 종류의 원뿔 세포가 있지만 닭을 포함한 조류는 네 종류의 원뿔 세포가 있다.
닭을 위한 텔레비전을 만든다면 우리가 사용하고 있는 텔레비전과 어떤 점이 달라져야 하는지 서술하시오.

분석력 키우기

2 그림은 움직이는 빛을 찍은 사진이다. 이 사진은 어떻게 찍었을지 생각해 보고, 그 이유를 서술하시오.





탐구력 기르기

3 다음 그림과 같이 오목 거울을 이용하면 태양열로 물을 끓일 수 있다. 어떤 원리로 물을 끓이는지 서술하시오.



창의 · 인성 키우기

4 사람의 심장 박동은 주기적으로 진동한다. 심장 박동을 이용하여 움직이는 물체의 속력을 비교하는 방법을 서술하시오.

과학 글쓰기

5 다음 글을 읽고 돌고래를 보호하기 위한 방안을 글로 쓰시오.

> 수중 음파 탐지기의 초음파는 해양 생물의 생태계에 영향을 미친다. 예를 들어, 돌고래는 수중 음파 탐지기의 초음파를 자신의 동료가 내는 소리로 착각하여 음파 탐지기에 부딪히기도 한다.

창의 · 인성 키우기

6 다음은 골전도 전화기에 대한 설명이다.

> 골전도 전화기는 소리를 듣는 경로에 문제가 있어 소리를 잘 듣지 못하는 사람을 위해 소리를 기계적인 진동으로 바꾸어 머리뼈를 통해 청각 신경을 자극하여 소리를 전달하는 전화기이다.



노인성 난청 또는 소음성 난청 환자들을 위한 골전도 전화기에 대한 광고 문구를 만들어 쓰시오.

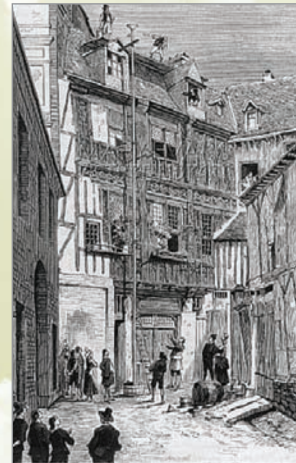


토리첼리(Torricelli, E. ; 1608～1647)



이탈리아 피렌체 출생으로, 수학자이자 물리학자이다.

토리첼리는 투사 물체와 유체에 관한 연구도 했지만, 특히 유명한 것은 진공에 관한 실험이다. 그는 펌프로 지하의 물을 퍼 올릴 때 약 9 m 이상 상승하지 못하는 현상에 대해 의문을 가졌다. 이러한 의문에서 물보다 무거운 액체인 수은을 채운 유리관을 수은 용기 속에 거꾸로 세우면 수은 기둥의 상단에 진공(토리첼리의 진공)이 생기는 사실을 발견하였다. 이 실험은 대기압과 진공의 존재를 보여 준 실험이었다. 토리첼리는 이 원리를 바탕으로 수은 기압계를 발명하였고, 이를 통해 대기압의 크기가 변한다는 사실도 밝혀졌다.



토리첼리의 실험

Ⅲ 기권과 우리 생활

❖ 이 단원에서는

대기는 눈에 보이지 않는 지구의 수호자로서, 태양으로부터 오는 해로운 자외선을 막아 줄 뿐만 아니라 지구의 온도를 일정하게 유지시키는 역할도 한다. 또한 수권의 순환에 큰 영향을 주며, 날씨의 변화를 통해 우리 삶에 직접 관여한다.

이 단원에서는 기권이 어떠한 구조를 이루고 있으며, 기권의 변화가 우리 생활에 어떤 영향을 주는지 알아보자. 또한 일기 예보 등의 방법을 통해 기후 변화에 대한 예측을 해 보자.

1

› 중단원 미리 보기

기권의 구조와 특징

기권의 구조

지구를 둘러싼 기권은 눈에 보이지는 않지만 네 개의 층으로 나눌 수 있다. 기권을 이루는 각 층에서는 어떤 현상이 일어나고 있을까?

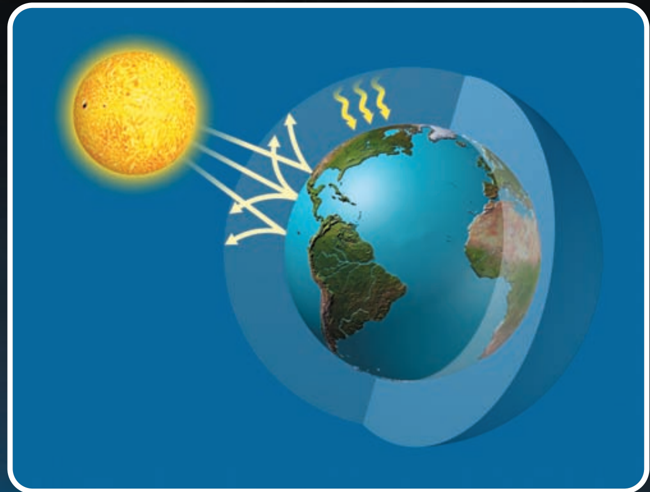




지구의 기권은 우주에서 오는 유해한 광선과 물질들로부터 지구 상의 생명체를 보호한다. 또한 태양으로부터 들어오는 에너지와 지구에서 방출하는 에너지를 조화롭게 조절한다. 이를 통해 지구는 생명체가 살아갈 수 있는 적절한 온도를 일정하게 유지한다. 만약 태양으로부터 들어오는 에너지와 지구에서 방출하는 에너지의 균형이 무너지면 어떻게 될까?

복사 평형

지구는 보이지 않는 에너지를 끊임없이 우주로 방출하고 있다. 이 에너지의 양은 태양에서 들어오는 에너지의 양과 같아 지구의 온도가 일정하게 유지된다. 지구에 흡수되는 태양 복사 에너지는 어디에서나 같을까?



지구 온난화

기권은 지구에 출입하는 에너지를 조절하여 지구의 온도를 일정하게 유지해 준다. 그러나 인간의 산업 활동은 기권의 열적인 균형을 파괴하고, 이 때문에 발생하는 온난화 현상이 지구를 위협하고 있다. 지구 온난화는 우리 생활에 어떤 영향을 줄까?





1-1 기권의 구조



학습 목표

- 기권은 기온의 연직 분포에 따라 대류권, 성층권, 중간권, 열권으로 구분됨을 말할 수 있다.
- 기권을 이루는 각 층의 특징을 설명할 수 있다.

우리는 항상 공기 속에서 숨 쉬며 살고 있으면서도 공기가 우리에게 어떤 영향을 주는지 잘 느끼지 못하면서 살아가고 있다. 공기는 인간에게 어떤 존재이며, 공기 속에서 일어나는 일들은 우리와 어떤 관련이 있을까?

지구의 대기는 생물이 생명을 유지하는 데 필수적인 요소일 뿐만 아니라 인간에게 매우 큰 영향을 주는 존재이다. 물속에 사는 물고기가 물에서 일어나는 변화의 영향을 받으며 살아가는 것처럼, 대기 속에서 살아가는 인간도 대기 중에서 일어나는 변화의 영향을 받으며 살아가고 있다.

예를 들어, 우리가 호흡하는 공기의 성분이 달라지면 숨을 쉬는 데 영향을 받게 되며, 주변의 공기가 움직이면 고막을 통해 소리를 듣거나 피부를 통해 바람으로 느끼게 된다. 또한 다른 곳으로 이동하기 위해서는 공기를 헤치고 나아가야 하므로 공기의 저항을 줄여야만 빠르게 이동할 수 있다.

기권을 이루는 대기는 어떤 특징이 있는지 알아보자.







그림 Ⅲ-1 대기의 이용

기권

지구의 기권을 이루고 있는 **대기**는 지표면으로부터 약 1,000 km 높이까지 존재한다. 지구에 대기가 존재할 수 있는 것은 지구의 중력 때문이다. 따라서 대부분의 대기는 지표면 부근의 낮은 곳에 존재하며, 높이 올라갈수록 대기의 밀도는 급격히 작아진다.

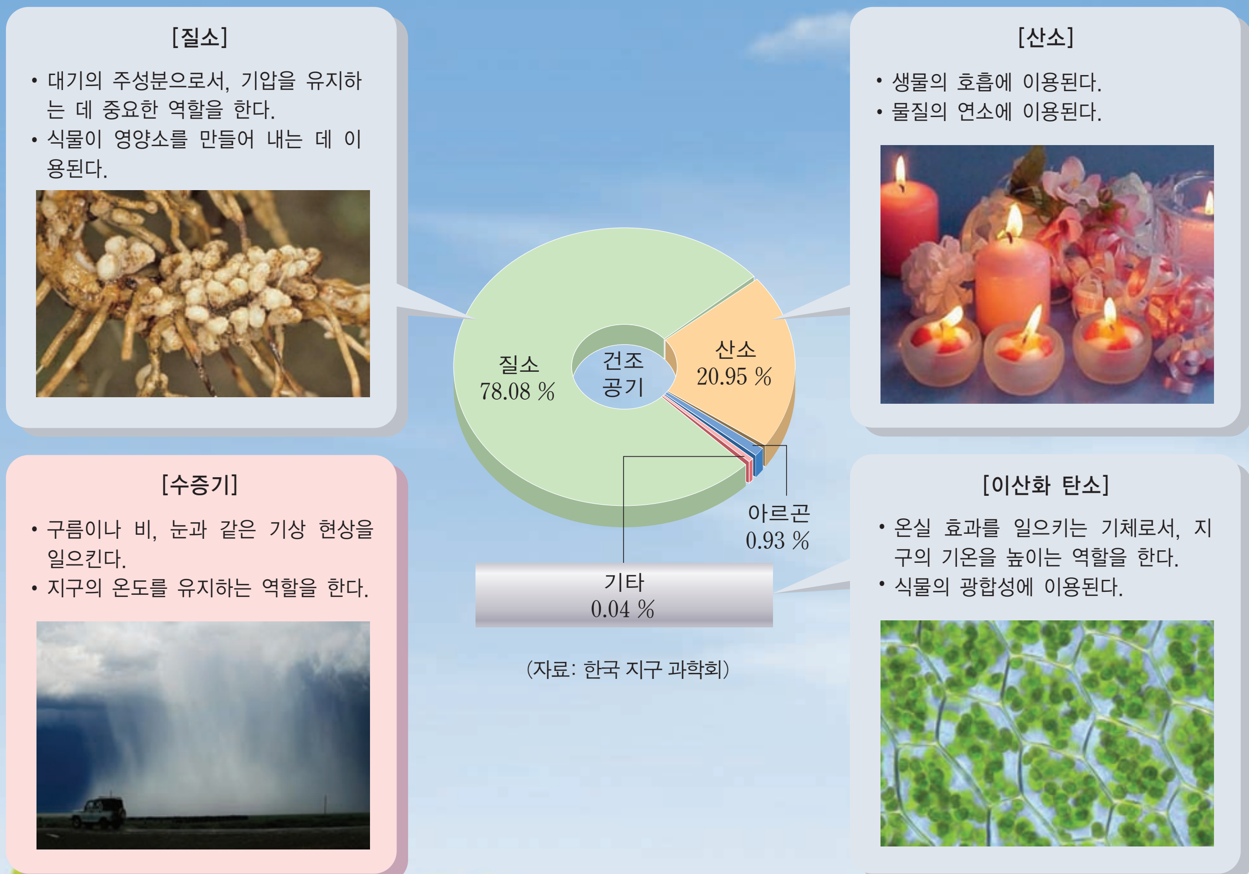
지구의 대기는 여러 종류의 기체들로 구성되어 있다. 대기의 약 99 %는 질소와 산소이며, 두 성분을 제외한 나머지는 아르곤과 이산화 탄소 등으로 이루어져 있다.

또한 대기 중에는 적은 양이지만 수증기도 포함되어 있다. 수증기는 시간이나 장소에 따라 그 양이 다르며, 대기 중에서 구름이나 비, 눈과 같은 기상 현상을 일으키고 지구의 온도를 유지하는 데 중요한 역할을 한다.

기권
지구 표면을 둘러싸고 있는 두께 약 1,000 km의 공기층


높은 곳에서 대기가 희박한 이유는 무엇인가?

그림 Ⅲ-2 대기의 조성과 역할



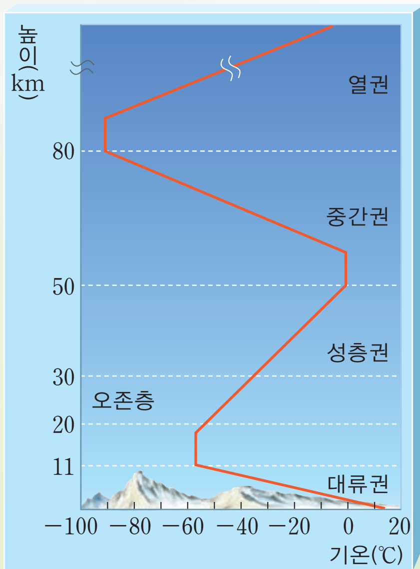


그림 Ⅲ-3 기권의 구조

기권의 연직 구조와 특징

에베레스트 산과 같은 높은 산 위에는 여름철에도 눈이 쌓여 있다. 이것은 지표면 근처의 대기는 지표에서 방출되는 열에 의해 가열되지만, 높이 올라갈수록 지표에서 방출되는 열이 적게 도달하여 기온이 낮아지기 때문이다. 그러면 기권에서는 높이 올라갈수록 기온이 계속 낮아질까?

기구나 인공위성 등으로 관측한 기권의 온도 분포는 그림 Ⅲ-3과 같이 나타난다. 기권은 높이에 따른 기온 변화를 기준으로 **대류권**, **성층권**, **중간권**, **열권**의 네 개 구간으로 구분할 수 있다. 이 중 대류권과 중간권에서는 위로 올라갈수록 기온이 낮아지므로 공기의 대류 현상이 일어나지만, 위로 올라갈수록 기온이 높아지는 성층권과 열권에서는 대류 현상이 일어나지 않는다.



기권을 네 개의 층으로 구분하는 기준은 무엇인가?

그림 Ⅲ-4 기권에서 나타나는 현상


구름 · 비 등의 기상 현상


유성


오로라

자기 주도 학습

개념 확인하기

대기의 99 %를 차지하는 두 가지 성분은 무엇인가?

생활 속 문제 해결하기

대류권과는 달리 성층권에서 위로 올라갈수록 기온이 높아지는 이유는 무엇인가?

과학과 기술, 사회 연관 짓기

우리가 사용하는 휴대 전화와 같은 무선 통신 기기는 위성과 신호를 주고받는다. 전리층이 있는데도 지상과 위성 사이에 무선 통신이 가능한 이유를 생각해 보자.

보충·심화

기권의 특징



외권_ 지구를 둘러싸고 있는 우주 공간을 말한다. 외권에 있는 밴앨런대는 지구 자기장에 의해 형성된 것으로서, 우주에서 지구로 들어오는 유해한 우주선이나 태양에서 방출되는 높은 에너지를 가진 입자를 막아 줌으로써 지구 상의 생명체를 보호해 준다.

열권_ 지표면에서 높이가 약 80 km 이상인 구간이다. 이곳은 공기가 매우 희박하여 밤과 낮의 온도 차이가 크다. 극지방 상공에는 오로라가 나타나며, 기체 상태의 이온들이 많이 분포하는 전리층이 존재한다. 전리층은 전파를 흡수하거나 반사하여 무선 통신에 중요한 역할을 한다.

중간권_ 지표면에서 높이가 약 50~80 km인 구간으로서, 높이 올라갈수록 기온이 다시 낮아지는 구간이다. 중간권에서도 대류는 일어나지만 대기가 희박하고 수증기가 거의 없으므로 기상 현상은 나타나지 않는다. 이 구간에서는 유성이 많이 나타나며, 중간권과 열권의 경계면 부근은 기권에서 기온이 가장 낮다.

성층권_ 지표면에서 높이가 약 11~50 km인 구간으로서, 높이 약 20~30 km 부근에는 오존층이 존재하여 이곳의 오존이 태양으로부터 오는 자외선을 흡수하므로 위로 올라갈수록 기온이 높아진다. 성층권에서는 대기가 안정하여 대류 현상이 일어나지 않는다.

대류권_ 지표면에서 약 11 km 높이까지의 구간으로서, 높이 올라갈수록 기온이 낮아진다. 이 구간에서는 지표면에서 멀어질수록 지표에서 방출되는 복사 에너지가 적게 도달하므로 기온이 낮아진다. 대류권에서는 대류 현상이 활발하게 일어나고, 바람이 불고 강수 현상이 나타난다.

1-2 태양 복사 에너지와 지구 복사 에너지



- 태양이 지구계의 중요한 에너지 원임을 알 수 있다.
- 위도에 따른 태양 복사 에너지와 지구 복사 에너지의 평형을 설명할 수 있다.

태양으로부터 지구로 입사되는 에너지는 지구의 여러 곳에 흡수된다. 이렇게 흡수된 에너지는 지구 표면에서 여러 가지 변화를 일으킨다. 그런데 지구는 태양 복사 에너지를 흡수하기만 하는 것일까?

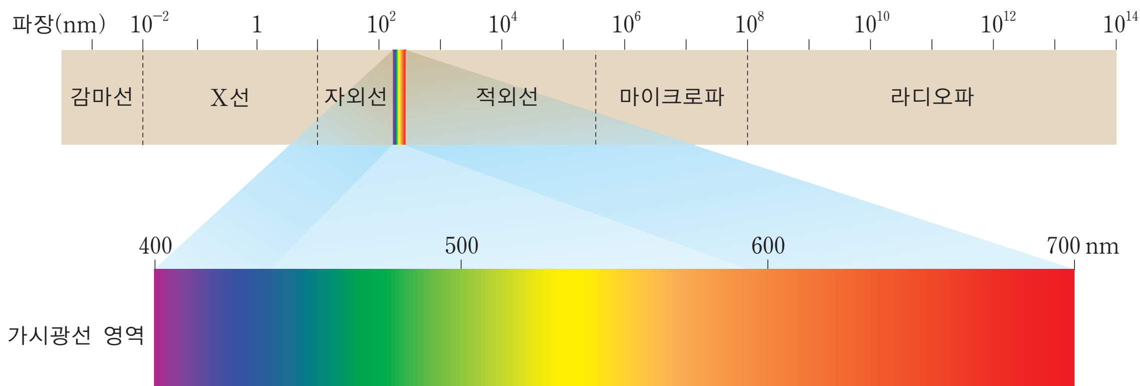
햇빛을 받으면 따뜻해진다. 그래서 햇빛을 많이 받는 여름철에는 기온이 높고, 햇빛을 적게 받는 겨울철에는 기온이 낮다. 또 햇빛을 많이 받는 저위도 지방은 덥고, 적게 받는 고위도 지방은 춥다. 따라서 우리가 태양으로부터 받는 햇빛의 양은 계절과 지역에 따라 달라짐을 알 수 있다. 그러면 지표면에서 받는 에너지는 계절이나 지역에 따라 어떻게 달라질까?

태양 복사 에너지

 복사
전도나 대류는 에너지를 전달하는 물질의 도움을 받아 전달되지만, 복사는 다른 물질의 도움 없이 전달된다.

에너지는 여러 가지 방법으로 전달된다. 열에너지는 가열된 공기나 물이 이동하면서 다른 곳으로 전달되기도 하고 물체를 통해 가열된 쪽에서 다른 쪽으로 전달되기도 한다. 그런데 태양으로부터 오는 에너지는 우주 공간을 가로질러 직접 지구까지 전달된다. 즉, 중간에 다른 물질의 도움 없이 에너지가 직접 전달되는 것이다. 이렇게 전달되는 에너지를 **복사 에너지**라고 하며, 태양이 내보내는 복사 에너지를 **태양 복사 에너지**라고 한다.

그림 Ⅲ-5 태양 복사 에너지_ 태양은 사방으로 복사 에너지를 방출한다. 태양이 내보내는 에너지 중 아주 적은 양이 지구에 도달하지만, 이것은 지구계를 유지하는 데 중요한 에너지원이 된다.



▲ 그림 Ⅲ-6 태양 복사 에너지의 구성

태양 복사 에너지 속에는 우리 눈에 보이는 가시광선 이외에도 자외선이나 적외선 등 우리 눈에 보이지 않는 복사 에너지들이 들어 있다. 태양은 여러 파장 영역의 복사 에너지를 사방으로 방출하고 있는데, 그중의 일부가 지구로 들어온다.

나노미터(nm)
미세 길이의 단위로서, 1나노미터는 10억분의 1미터이다.

지구에 입사된 태양 복사 에너지는 지구계의 각 영역에서 흡수된다. 지권은 태양 복사 에너지를 흡수하여 따뜻해진 후 대기를 가열한다. 수권에 흡수된 태양 복사 에너지는 해수를 증발시켜 물의 순환을 일으키거나 대기를 가열하는 데 사용된다. 기권에 흡수된 태양 복사 에너지는 대기 운동의 에너지원이 된다. 대기의 운동은 해수의 운동과 기상 현상을 일으킨다. 또 생물권에 흡수된 태양 복사 에너지는 광합성을 통해 생물체가 영양소를 합성하는 데 사용되거나 생물체의 체온을 유지하는 데 이용된다. 이와 같이 지구에 흡수된 태양 복사 에너지는 지구계를 유지시키는 데 필요한 에너지원이 된다.

▼ 그림 Ⅲ-7 지구계에서 태양 복사 에너지에 의해 일어나는 자연 현상

지구의 복사 평형

지구는 탄생한 이후 지금까지 태양으로부터 복사 에너지를 계속해서 받고 있다. 그럼에도 불구하고 지구의 기온이 계속 높아지지 않는 이유는 무엇일까?



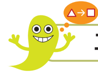
탐구 활동 MBL을 이용한 복사 평형 알아보기 실험

목·표

복사 평형 실험을 통해 지구에서의 복사 평형의 원리를 설명할 수 있다.

준·비·물

노트북 컴퓨터, MBL 실험 장치, 온도 센서, 전등(100 W), 검은색 알루미늄 컵, 30 cm 자



과정

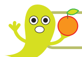
❶ 온도 센서를 꽂은 알루미늄 컵을 100 W 전등으로부터 20 cm 떨어진 거리에 설치한다.
❷ 노트북 컴퓨터에 인터페이스를 연결하고, 인터페이스에 온도 센서를 연결한다.
❸ 측정 간격을 1초, 실험 시간을 1,200초(20분)로 설정한다.
❹ 전등을 켜고 데이터 수집을 시작한다.
❺ 컵 속의 온도가 어떻게 변하는지 관찰한다.
❻ 20분 동안 데이터를 수집한 후 그래프를 그린다.





유·의·점

전등이 뜨거우므로 손이나 팔에 닿지 않도록 주의하고, 전등을 끈 후에도 바로 만지지 않도록 한다.



결과 및 해석 창의 · 인성

1 처음에 컵 속의 온도는 얼마인가?

2 전등을 켠 후 컵 속의 온도는 어떻게 변하며, 이와 같이 온도 변화가 나타나는 이유는 무엇인가?

3 일정한 시간이 지나면 컵 속의 온도는 어떻게 되며, 이와 같이 온도 변화가 나타나는 이유는 무엇인가?

4 위 실험 결과를 태양 복사 에너지를 받는 지구에 적용하여 설명해 보자.



탐구의 확장 거리에 따른 복사 평형 온도

과정

❶ 전등과 30 cm 떨어진 자리에 알루미늄 컵을 설치하면 결과 및 해석 2와 3의 온도는 어떻게 달라질지 예상해 보자.

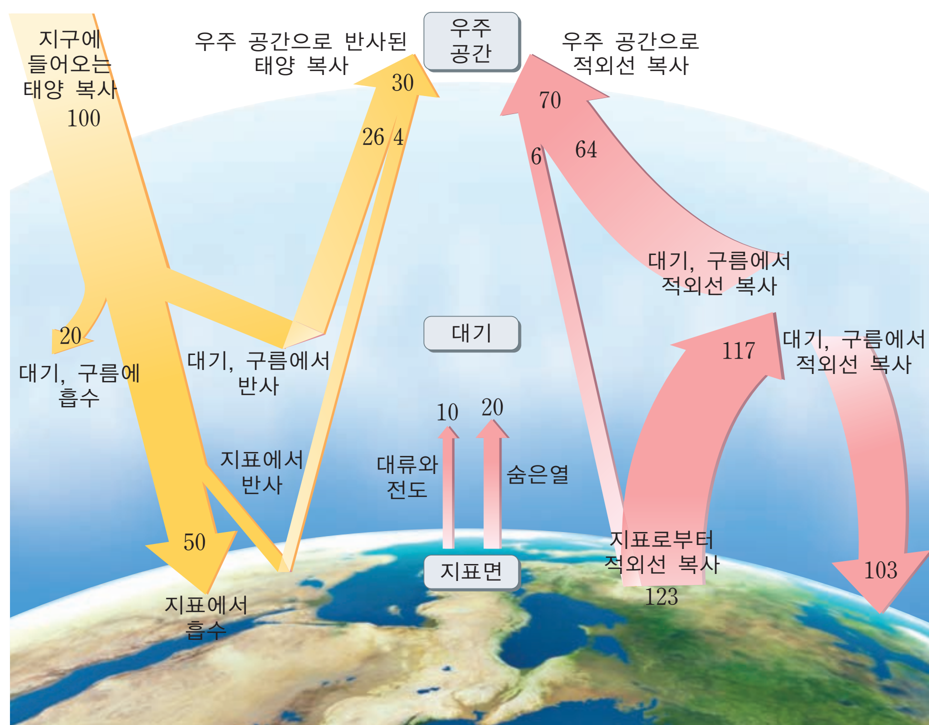
❷ 알루미늄 컵을 전등에서 30 cm 떨어진 곳으로 옮긴 후의 온도 변화를 측정하여 예상과 맞는지 확인해 보자.

지구는 태양으로부터 복사 에너지를 받아 그중 일부를 흡수하지만, 한편으로는 지구도 복사 에너지를 방출한다. 지구가 방출하는 복사 에너지를 **지구 복사 에너지**라고 하는데, 지구 복사 에너지는 주로 적외선으로 이루어져 있다. 즉, 지구는 태양으로부터 주로 가시광선과 적외선 형태로 에너지를 받으며, 방출할 때에는 적외선 형태로 에너지를 내보낸다. 이때 지구가 흡수하는 태양 복사 에너지의 양과 지구가 방출하는 지구 복사 에너지의 양은 같다.

이와 같이 어떤 물체가 흡수하는 복사 에너지와 방출하는 복사 에너지가 같아서 일정한 온도를 유지하는 것을 **복사 평형**이라고 한다. 지구는 복사 평형 상태에 있기 때문에 일정한 온도를 유지하는 것이다. 이때 대기는 지구가 방출하는 복사 에너지의 일부를 흡수하였다가 재방출하여 지구를 보온하는 역할을 한다.

숨은열
물이 증발할 때에는 주위의 열을 흡수하고, 수증기가 응결할 때에는 열을 방출한다. 물의 상태가 변할 때 흡수하거나 방출하는 열을 숨은열이라고 한다.

그림 Ⅲ-8 지구의 복사 평형_ 지구에 들어오는 태양 복사 에너지를 100이라고 할 때, 지구 전체로 보면 흡수하는 태양 복사 에너지의 양과 방출하는 지구 복사 에너지의 양이 각각 70으로 평형을 이룬다.



지구의 반사
지표면 반사(4)+대기와 구름 반사(26)=30

대기의 복사 평형
흡수량: 20(태양)+147(지표면)=167
방출량: 64(우주)+103(지표면)=167

지표면의 복사 평형
흡수량: 50(태양)+103(대기)=153
방출량: 6(우주)+147(대기)=153

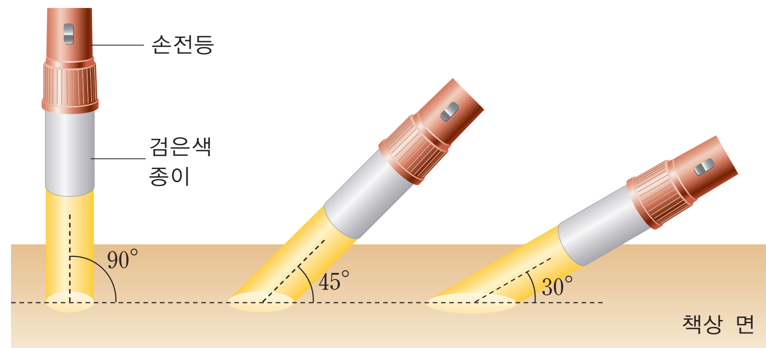


그림 Ⅲ-9 손전등 실험_ 책상 면과 손전등이 이루는 각이 작을수록 빛은 넓게 퍼진다.

그림 Ⅲ-9와 같이 손전등의 앞부분에 원통 모양의 검은색 종이를 끼우고 책상 면 위에 여러 각도로 빛을 비추어 보면 손전등에서 나오는 빛의 양은 일정하므로, 책상 면과 손전등이 이루는 각이 작을수록 빛은 넓게 퍼진다. 따라서 책상 면과 손전등이 수직을 이룰 때, 같은 넓이의 책상 면이 받는 빛의 양이 가장 많다.

마찬가지로 지구는 둥글기 때문에 같은 넓이의 지표면에 도달하는 태양 복사 에너지는 위도에 따라 다르게 나타나는데, 저위도 지방에서 많고 고위도 지방에서 적다. 이것은 저위도 지방의 지표면은 거의 수직으로 햇빛을 받는 반면에, 고위도 지방의 지표면은 햇빛을 비스듬히 받기 때문이다.

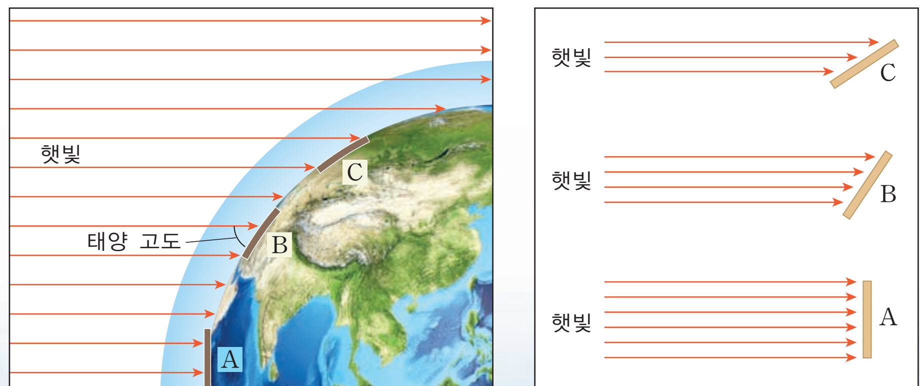


그림 Ⅲ-10 위도에 따른 태양 고도와 에너지 차이

잠깐 체크 고위도 지방보다 저위도 지방의 지표면이 태양 복사 에너지를 많이 받는 이유는 무엇인가?



위도에 따라 흡수되는 태양 복사 에너지와 방출되는 지구 복사 에너지는 아래 그림과 같다. 저위도 지방은 흡수되는 태양 복사 에너지가 방출되는 지구 복사 에너지의 양보다 많아서 에너지 과잉 상태가 되고, 고위도 지방은 흡수되는 태양 복사 에너지보다 방출되는 태양 복사 에너지의 양이 더 많아 에너지 부족 상태가 된다. 그럼에도 불구하고 저위도 지방의 기온은 계속 높아지지 않고, 고위도 지방의 기온은 계속 낮아지지 않는다. 그 이유는 대기와 해수가 순환하면서 에너지가 부족한 고위도 지방으로 저위도 지방의 과잉 에너지를 이동시켜 주기 때문이다.

스스로 해결하기
저위도 지방의 과잉 에너지를 에너지가 부족한 고위도 지방으로 이동시켜 지구 전체적으로 복사 평형을 이루게 하는 것은 (　　　)와/과 (　　　)의 순환이다.

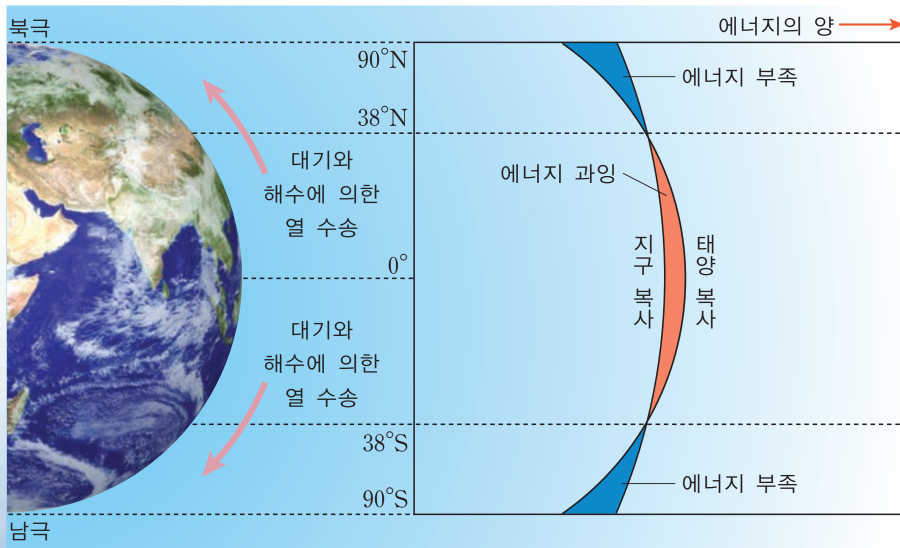


그림 Ⅲ-11 위도에 따른 태양 복사와 지구 복사

자기 주도 학습

개념 확인하기
태양 복사 에너지 중 지구에서 흡수되지 않고 반사되는 비율(%)은 얼마인가?

문제 응용하기
겨울철보다 여름철의 기온이 높은 이유는 무엇인가?

지구 환경과 연관 짓기
화산 활동이 일어나면 지구의 기온은 어떻게 될지 설명해 보자.

1-3 탄소의 순환과 지구 온난화



학습 목표

- 탄소의 순환 과정을 말할 수 있다.
- 탄소 순환을 지구 온난화와 관련지어 설명할 수 있다.

산업 혁명 이후 문명의 발달은 인류에게 많은 편리함을 제공했지만, 다른 한편으로는 온실기체의 배출이 증가함으로써 지구의 기온을 높이는 결과를 가져오기도 했다. 그리고 지구의 기온 상승에 따른 환경 재앙은 더 이상 방치할 수 없는 상태에 이르렀다. 그러면 온실기체가 증가한 이유는 무엇일까?

석탄이나 석유 등의 화석 연료는 오늘날의 문명 발달에 큰 기여를 하였다. 그뿐만 아니라 현재에도 화석 연료는 많은 나라에서 주요한 에너지원으로 이용되고 있다. 화석 연료는 과거 지구에 살던 생물체가 죽은 후 땅속에 묻혀서 만들어진 것이다. 생물의 몸속에 있던 탄소가 그대로 화석 연료에 남아 있으므로 화석 연료의 사용이 증가하면서 이산화 탄소와 같은 온실기체의 양이 증가하게 되었다.

탄소의 순환

탄소는 생물체의 몸을 구성하는 주요한 원소이며, 지구계의 각 권에 다양한 형태로 존재한다. 탄소는 생물권에서는 유기 양분의 형태로 생물체의 몸속에 들어 있으며, 기권에서는 이산화 탄소로 존재한다. 또 수권에서는 물에 녹아 탄산 이온으로 존재하며, 지권에서는 석회암이나 석탄, 석유 등으로 존재한다.

그림 Ⅲ-12 탄소의 여러 형태



대기 중의 이산화 탄소



석탄



석회암

탄소는 지구계에서 한 곳에 머물러 있지 않고 지구계의 각 권 사이를 이동한다.

지권에 들어 있던 탄소는 주로 화석 연료의 연소나 화산 활동을 통하여 이산화 탄소 형태로 기권으로 이동한다. 또 기권에 있던 이산화 탄소는 물에 녹아 수권으로 이동하거나 식물의 광합성에 의해 생물권으로 이동한다.

수권의 물에 녹아 있던 탄소는 해양 생물에 흡수되어 생물권으로 이동하거나 침전으로 퇴적되어 지권으로 이동하며, 일부는 다시 이산화 탄소 형태로 방출되어 기권으로 돌아간다.

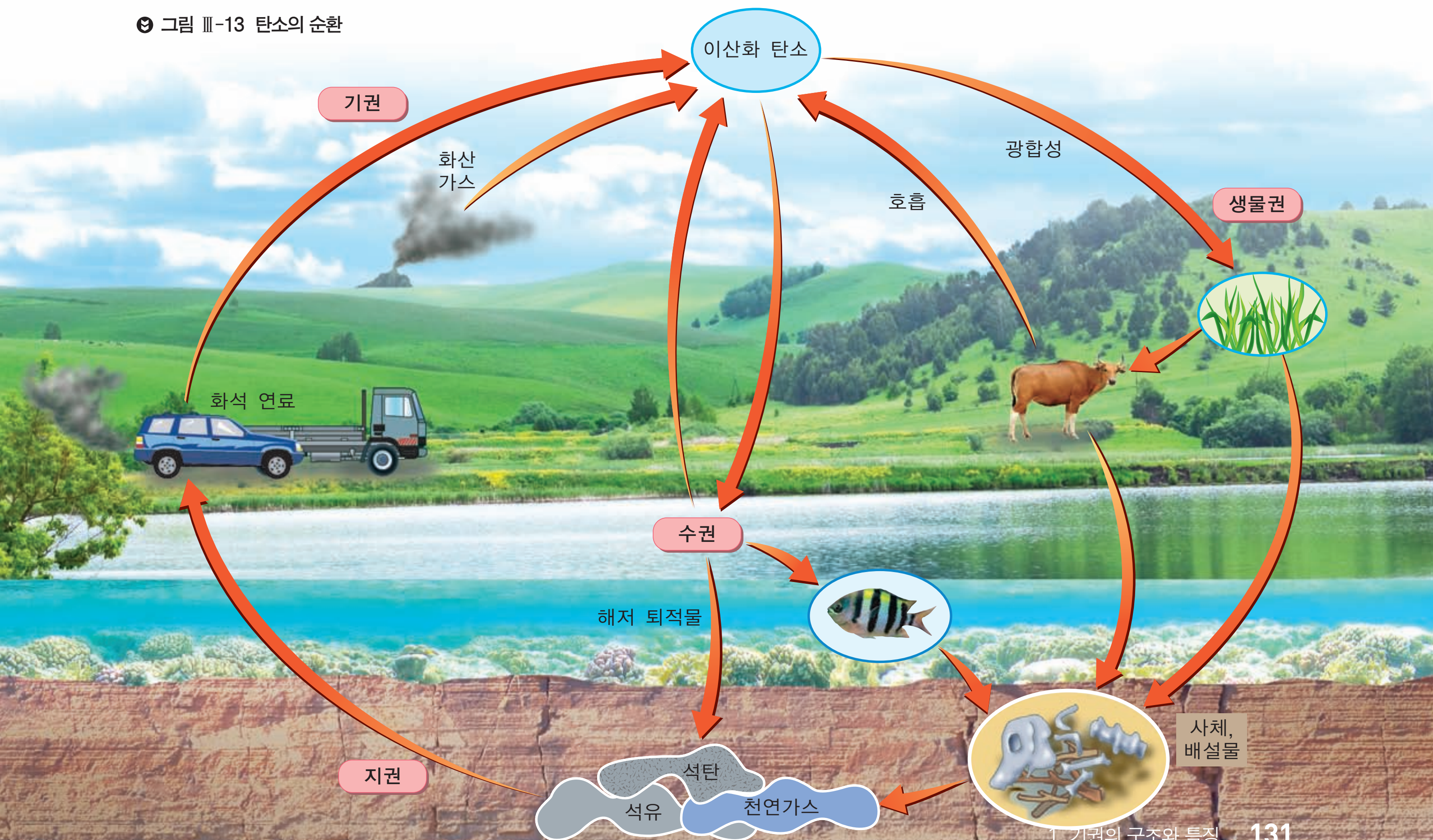
식물의 광합성에 의해 유기 양분으로 저장된 탄소는 식물의 몸체를 이루거나 먹이 사슬을 따라 동물의 몸속으로 이동한다. 이 과정에서 일부는 호흡에 의해 다시 이산화 탄소로 변환되어 기권으로 배출되기도 한다. 생물체의 몸속에 있던 탄소는 땅속에 묻혀 화석 연료인 석탄, 석유, 천연가스와 같은 형태로 지권에 저장되거나 분해되어 대기 중으로 되돌아간다.

이와 같이 탄소가 지구계의 각 권을 따라 이동하는 현상을 **탄소의 순환**이라고 한다.

스스로 해결하기

탄소는 기권에서는 (   )(으)로 존재하며, 수권에서는 물에 녹아 (   )(으)로 존재한다.

그림 Ⅲ-13 탄소의 순환



지구 온난화

기권에서 이산화 탄소는 수증기와 함께 지구의 기온을 유지하는 데 중요한 역할을 하고 있다. 수증기와 이산화 탄소는 태양으로부터 오는 가시광선은 흡수하지 않지만, 지표면으로부터 방출되는 적외선은 잘 흡수하는 성질이 있다. 따라서 이들은 지표면으로 들어오는 태양 복사 에너지는 통과시키고 지표면에서 방출되는 복사 에너지는 흡수하여 지구의 온도를 높여 주는 역할을 하는데, 이를 **온실 효과**라고 한다.

지구는 기권에서 일어나는 온실 효과의 영향으로 따뜻한 온도를 유지할 수 있으며, 생명체들이 살아가기에 적당한 온도를 유지할 수 있다. 만약 대기에 의한 온실 효과가 없다면 지구는 지금보다 훨씬 더 추운 행성이 될 것이다. 또 겨울철이나 햇빛이 비치지 않는 밤의 기온은 현재보다 훨씬 낮아질 것이다.

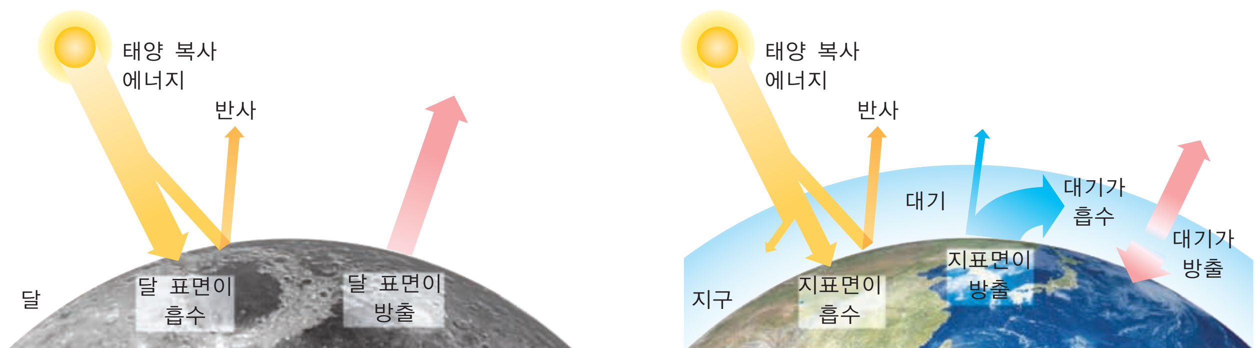


그림 Ⅲ-14 온실 효과가 없는 달에서의 복사 평형과 온실 효과가 있는 지구에서의 복사 평형

과학 자료실 — 지구의 평균 온도 1℃ 상승의 재앙





2007년 2월에 프랑스 파리에서 유엔의 정부간 기후변화 협의체(IPCC) 보고서가 발표된 이후 지구 온난화에 대한 우려가 전 세계로 퍼지고 있다. 이 보고서를 살펴보면 온난화 현상에 의한 지구 평균 온도의 변화폭은 5~6℃ 정도이다. 이 정도의 온도 상승은 그리 큰 변화가 아닌 것처럼 보이지만 지구의 평균 온도 1℃ 상승은 지구 전체에 큰 영향을 미친다.

지구의 평균 온도가 현재보다 1℃ 상승하면 안데스 산맥에 있는 작은 빙하들이 녹아 그 일대의 약 5천만 명이 물 부족 현상을 겪고, 북극의 얼음이 완전히 녹아 없어질 것이다. 그리고 고위도 지방의 영구 동토층이 녹아 러시아와 캐나다의 건물과 도로가 심하게 손상되며, 매년 약 30만 명이 기후와 관련된 질병으로 사망하게 될 것이다. 또한 대부분의 산호가 죽고, 전 세계 생물의 약 10 %가 멸종 위기를 맞게 될 것이다.





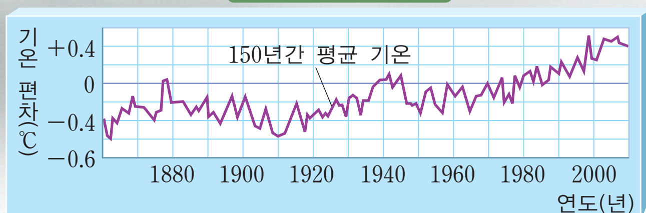


그림 Ⅲ-15 최근 100년간 대기 중의 이산화 탄소 농도와 지구의 기온 변화

기권에서 온실 효과를 일으키는 기체를 **온실기체**라고 하는데, 온실기체에는 이산화 탄소, 메테인, 아산화 질소, 수증기 등이 있다. 최근에는 이산화 탄소나 메테인과 같은 온실기체의 양이 급격히 증가하고 있다. 온실기체가 증가하면 평상시보다 더 강한 온실 효과가 나타나 지구의 온도가 상승한다. 이와 같이 온실기체의 증가로 지구의 평균 온도가 상승하는 현상을 **지구 온난화**라고 한다.

ppm
100만분의 1을 나타내는 단위

지구 온난화에 따른 기온 상승은 과거에 비해 최근 들어 더욱 심해지고 있다. 지구의 기온은 지난 100년(1906~2005년) 동안 약 0.74°C 상승하였다. 지구 온난화는 특히 대기 중의 이산화 탄소의 농도 증가와 관련이 깊은 것으로 알려져 있다. 2008년 기권의 평균 이산화 탄소의 농도는 385.2 ppm으로, 산업 혁명 이전인 1750년에 비해 약 38 %나 증가하였다. 이와 같이 이산화 탄소의 농도가 증가한 주요 원인은 화석 연료의 사용으로 이산화 탄소의 배출량이 지속적으로 늘어났기 때문이며, 다른 한편으로는 무분별한 숲의 파괴와 개발로 산림의 면적이 줄어들었기 때문이다.



그림 Ⅲ-16 울창한 숲



그림 Ⅲ-17 사막화로 훼손된 숲



탐구 활동 지구 온난화가 우리 생활에 미치는 영향

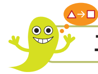
조사 / 예측

목·표

지구 온난화가 우리 생활에 어떤 영향을 미치는지 설명할 수 있다.

준·비·물

지구 온난화와 관련된 기사, 컴퓨터 등의 인터넷 검색 기기



과정

❶ 다음 글은 지구 온난화와 관련된 텔레비전 뉴스의 내용이다. 글을 읽고 지구 온난화가 우리 생활에 어떤 영향을 미치는지 생각해 보자.

지구 온난화가 예상보다 훨씬 더 빨라질 것이라는 전망이 나왔습니다. 국립 기상 연구소에서는 온실기체가 지금처럼 계속 배출될 경우 2050년 한반도의 평균 기온이 지금보다 3.2°C 오르고, 뜨거운 여름이 10월 초까지 이어지며, 제주도와 울릉도에서는 겨울이 완전히 사라질 것으로 전망했습니다. 또한 열대야는 연평균 5일에서 무려 30일로 늘어나 건강에 직접적인 위협이 될 것입니다. 그리고 2100년이 되면 기온이 6°C나 더 상승하고, 강수량도 지금보다 20.4 %나 늘어나며, 우리나라 주변의 해수면이 80 cm 정도 상승하여 높아진 바닷물이 해안 매립지의 대부분을 위협할 것이라고 합니다. 이렇게 되면 생태계가 급격하게 변할 뿐만 아니라 우리 건강과 생활의 기반도 위협받을 수 있습니다. (2011. ○○. ○○.)

❷ 지구 온난화로 멸종 위기에 처한 동물에는 어떤 것들이 있는지 조사해 보자.

❸ 지금까지 나타났던 극한 기상 현상에는 어떤 것들이 있는지 인터넷을 이용하여 조사해 보자.

❹ 지구 온난화로 사라져 가는 나라들을 조사해 보자.

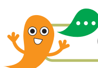


결과

1 우리나라의 기후는 어떻게 변하고 있는가?

2 지구 온난화의 영향에 대하여 조사한 것을 다음 표에 정리해 보자.

지구 온난화로 멸종 위기에 처한 동물	지금까지 나타났던 극한 기상 현상	지구 온난화로 사라져 가는 나라



예측 창의 · 인성

위의 뉴스와 같이 우리나라의 평균 기온이 상승하였을 때 2100년에 나타날 것으로 예상되는 일들을 생태계의 변화와 우리 생활의 변화로 나누어 정리해 보자.

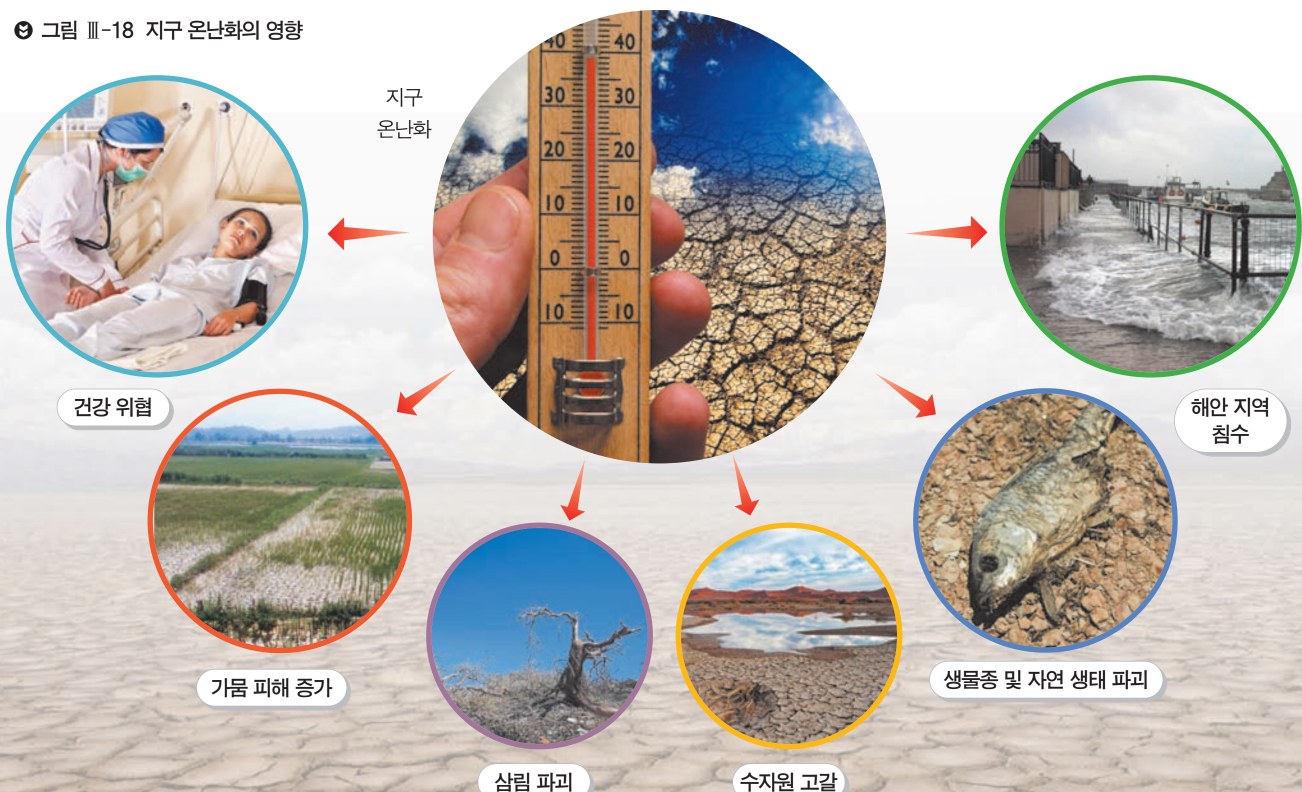
지구의 기온이 상승하면 해수의 팽창과 빙하의 융해로 해수면이 상승하고, 저지대나 고도가 낮은 섬나라들은 물에 잠기게 된다. 생물권에서는 추운 곳에 사는 생물들이 멸종하는 등 생태계가 교란된다. 또한 사막화가 더욱 심해져 숲이 줄어들고 황사는 더욱 심해질 것이다. 최근에는 지구 온난화에 따른 가뭄이나 홍수 등의 기상 이변이 자주 나타나고 있다.

지구 온난화 현상은 어느 한 나라에만 국한되지 않고 전 세계에 영향을 미친다. 따라서 세계 여러 나라들은 지구가 더워지는 것을 막기 위하여 공동으로 노력하고 있다. 1997년에는 일본의 교토에서 160여 개 나라가 모여 온실기체 감축을 위한 협약을 체결하고 국가별 이산화 탄소 감축량을 지정하여 의무적으로 이행하도록 하였다.

교토 의정서
기후 변화 협약에 따라 작성된 지구 온난화에 관한 국제 협약서이다. 38개 선진국은 온실기체를 2008~2012년 동안 1990년 대비 평균 5.2 % 감축하는 것이 주요 내용이다.

인간은 기권을 비롯한 지구계의 각 권과 끊임없이 상호 작용을 하며 살아가고 있다. 따라서 인간이 풍요로운 생활을 지속적으로 유지하기 위해서는 지구 환경을 잘 보존해야 한다.

그림 Ⅲ-18 지구 온난화의 영향



자기 주도 학습

개념 확인하기
기권에서 탄소는 어떤 형태로 존재하는가?

지구 환경과 연관 짓기
지구 온난화 때문에 나타나는 우리나라의 환경 변화에는 어떤 것들이 있는가?

과학과 기술, 사회 연관 짓기
이산화 탄소의 배출량을 줄이기 위한 방법에는 무엇이 있는지 알아보자.

2

» 중단원 미리 보기

기권의 변화

대기 중의 물

아름다운 무지개는 대기 중의 수증기가 응결하여 만들어진 물방울에 의해 만들어진다. 또한 수증기는 응결되어 구름을 만들고, 다양한 기상 현상을 일으킨다. 만약 지구에 물이 없다면 어떤 현상이 일어날까?

기압과 바람

공기는 작은 분자들로 이루어져 있다. 이러한 공기 분자들은 태양 복사 에너지를 받아 움직임이 활발해지고, 이에 따라 기체의 압력이 변화한다. 즉, 기압의 차이가 바람을 만드는 것이다. 이러한 바람은 어떤 역할을 할까?

하늘에 떠 있는 구름은 대기 중의 수증기가 응결하여 만들어진 것이다. 구름은 지표면의 부등 가열로 인한 대류 현상이 활발한 곳에서 발생하는데, 상승 지역은 시시각각으로 변하므로 구름의 발생 영역도 항상 변한다. 그래서 전 세계의 기상 현상은 항상 변하고 있으며, 지구 온난화에 따른 기후 변화로 기상 현상의 변화는 더욱 극심해져 가고 있다. 이러한 기후 변화는 우리 생활에 어떤 영향을 미치게 될까?



날씨와 생활

계절마다 온도가 달라지고 비 온 뒤 바람의 방향이 바뀌거나 온도가 변하는 것을 느낀 적이 있을 것이다. 폭설, 폭우, 폭풍과 같은 극심한 기상 현상이 발생하면 우리의 생활은 어떤 영향을 받게 될까?

2-1 대기 중의 물



학습 목표

- 대기 중의 수증기량과 이슬점, 포화 수증기량, 상대 습도의 관계를 설명할 수 있다.
- 단열 팽창과 응결 현상의 관계를 설명할 수 있다.
- 구름이 생성되는 과정과 구름에서 비가 내리는 과정을 설명할 수 있다.

어느 맑은 날 오후, 파란 하늘에 흰 구름이 떠 있다. 구름을 이루는 물질은 무엇이고, 어떻게 만들어졌을까?

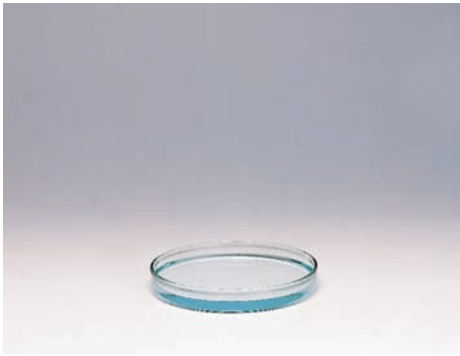
대기 중에는 지구 상의 물 중에 아주 적은 양이 존재한다. 기권의 온도는 시간과 장소 및 높이에 따라 다르므로, 대기 중의 물은 기체, 액체, 고체 상태로 존재하며 끊임없이 그 상태가 변한다. 대기 중의 수증기는 기체 상태의 물로서, 눈에는 보이지 않지만, 액체나 고체 상태의 물은 구름을 이루어 빛을 차단하거나 반사하므로 눈으로 볼 수 있다.

대기 중의 수증기

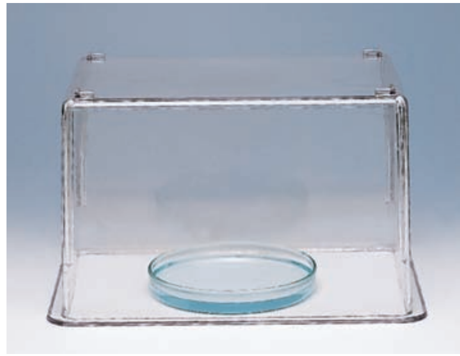
빨랫줄에 넌 젖은 빨래가 마르고 물걸레로 청소한 교실 바닥의 물기가 사라지는 것을 통해 물이 증발하여 대기 중으로 이동한다는 것을 알 수 있다. 그러면 공기는 얼마나 많은 양의 수증기를 포함할 수 있을까?

그림 Ⅲ-19 대기 중의 물_ 젖은 빨래가 마르는 것은 빨래의 물이 증발하여 대기 중으로 이동하였기 때문이다.





(가)



(나)

그림 Ⅲ-20 물의 증발 실험_ 페트리 접시를 수조로 덮지 않은 경우 (가)와 페트리 접시를 수조로 덮은 경우 (나)

그림 Ⅲ-20과 같이 두 개의 페트리 접시에 물을 가득 담아 하나의 페트리 접시는 (가)와 같이 수조로 덮지 않고, 다른 페트리 접시는 (나)와 같이 수조로 덮어 놓으면, 며칠이 지난 후 (나)의 경우보다 (가)의 경우에 물이 더 많이 줄어든 것을 확인할 수 있다.

(가)의 경우 페트리 접시에 담긴 물은 계속 증발한다. 그러나 (나)의 경우에는 일정한 양의 물이 증발한 후 더 이상 증발하지 않는데, 이것은 수조 속의 공기가 더 이상 수증기를 받아들일 수 없는 상태가 되었기 때문이다. 이로부터 일정량의 공기 속에 포함할 수 있는 수증기량에는 한계가 있음을 알 수 있다.



더 자세히

불포화 상태와 과포화 상태

포화 상태의 수증기량보다 수증기량이 적은 상태를 불포화 상태라고 하며, 포화 상태의 수증기량보다 수증기량이 많은 상태를 과포화 상태라고 한다.

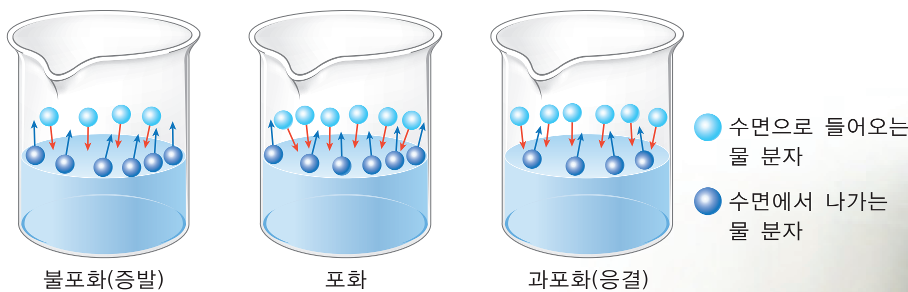


그림 Ⅲ-21 증발과 응결 및 포화 상태

공기가 최대한의 수증기를 포함하여 더 이상 수증기를 받아들일 수 없는 상태를 **포화 상태**라고 하며, 포화 상태의 공기 1 kg 속에 포함된 수증기의 양(g)을 **포화 수증기량**이라고 한다.

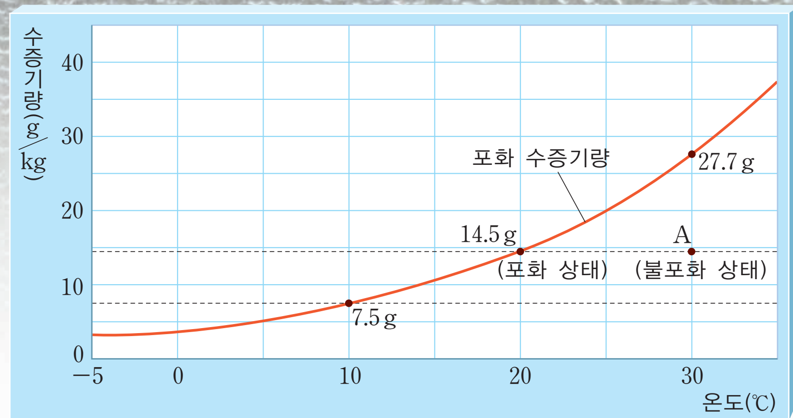


그림 Ⅲ-22 포화 수증기량과 기온

그림 Ⅲ-22는 공기의 온도와 포화 수증기량의 관계를 나타낸 **포화 수증기량 곡선**이다. 그림에서 기온이 30°C일 때에는 포화 수증기량이 27.7 g/kg이고, 20°C일 때에는 14.5 g/kg, 10°C일 때에는 7.5 g/kg이다. 즉, 포화 수증기량은 기온이 낮아질수록 감소한다. 이것은 일정한 부피의 공기가 최대한으로 포함할 수 있는 수증기량은 기온이 낮아질수록 줄어든다는 의미이다. 그러면 공기의 온도가 계속 낮아지면 어떤 현상이 일어날까?

기온이 30°C이고, 1 kg에 14.5 g의 수증기가 포함된 공기(A)는 현재 불포화 상태이다. 이 공기가 냉각되어 기온이 20°C가 되면 포화 상태가 되며, 더 냉각되어 기온이 20°C 이하로 내려가면 수증기의 일부가 **응결**하여 물방울로 변한다. 이와 같이 공기의 냉각에 의해 응결이 일어나기 시작하는 온도를 **이슬점**이라고 하는데, 공기 중의 수증기량이 많을수록 이슬점이 높아진다.

음료수 병을 냉장고에서 꺼내어 식탁 위에 놓아 두었을 때 표면에 물방울이 맺히며, 겨울철 실외에 있다가 따뜻한 방 안으로 들어오면 안경이 뿌옇게 흐려지는 것을 경험한 적이 있을 것이다. 이것은 음료수 병이나 안경 주변의 공기 온도가 이슬점 이하로 내려가서 공기 중의 수증기가 응결하기 때문에 생기는 현상이다.

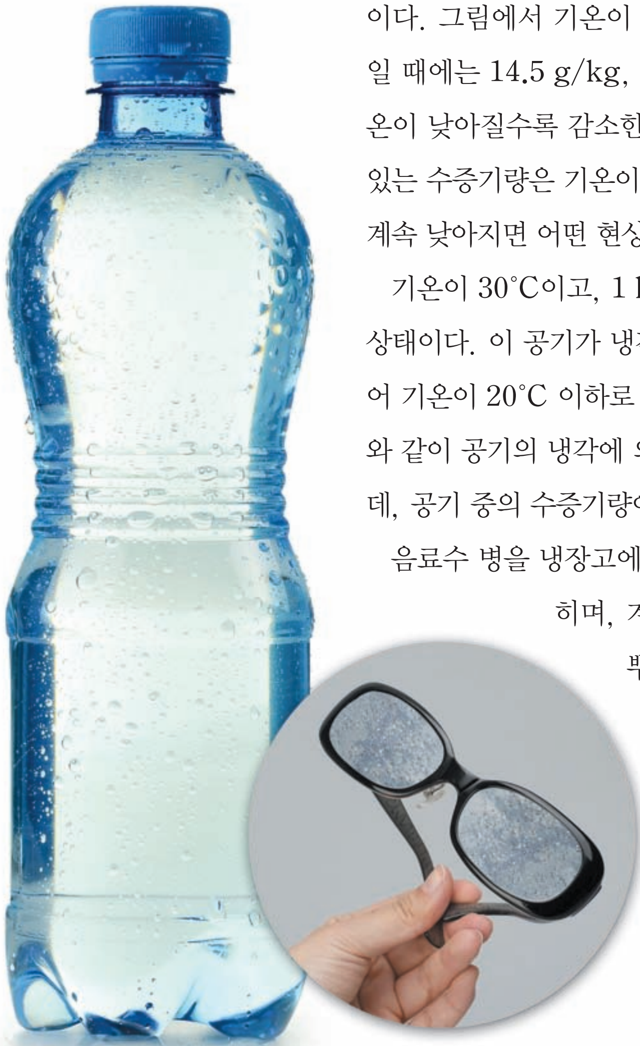


그림 Ⅲ-23 음료수 병에 맺힌 물방울과 뿌옇게 흐려진 안경

잠깐 체크 위 그림에서 공기 A가 10°C로 냉각되면 응결되는 수증기의 양은 얼마인가?

상대 습도

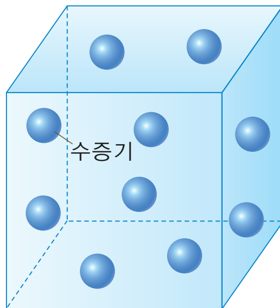
장마철에는 습하여 빨래가 잘 마르지 않고, 봄철이나 가을철에는 건조하여 빨래가 잘 마른다. 이와 같이 공기마다 습한 정도의 차이가 나는 이유는 무엇일까?

공기의 습한 정도를 **습도**라고 한다. **상대 습도**는 현재 기온에서 포화 수증기량에 대한 현재 공기 중의 수증기량의 비를 나타낸 것이다. 상대 습도는 다음과 같은 식으로 구할 수 있다.

$$\text{상대 습도(\%)} = \frac{\text{현재 공기 중의 수증기량(g/kg)}}{\text{현재 기온에서의 포화 수증기량(g/kg)}} \times 100$$

예를 들어, 그림 (가)와 같이 현재 기온에서 어떤 공기 1 kg 속에 수증기 입자가 최대 10개까지 들어갈 수 있다고 하면, 이 공기의 포화 수증기량은 10개/kg이다. 그런데 그림 (나)와 같이 현재 이 공기에 수증기 입자가 6개 들어 있다고 하면, 이 공기의 현재 수증기량은 6개/kg이다.

이슬점과 상대 습도
기온이 이슬점과 같으면 수증기량은 포화 수증기량과 같아 상대 습도가 100 % 이다. 또 이슬점이 기온에 가까울수록 상대 습도는 높다.



(가) 포화 상태의 공기(1 kg)

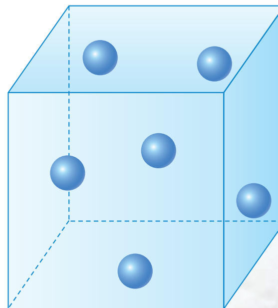

(나) 현재의 공기(1 kg)

그림 Ⅲ-24 상대 습도 비교

이 공기의 상대 습도를 구하면 다음과 같다.

$$\frac{\text{현재 공기 중의 수증기량}}{\text{현재 기온에서의 포화 수증기량}} \times 100 = \frac{\text{6개/kg}}{\text{10개/kg}} \times 100 = 60\ \%$$

위와 같은 방법으로 상대 습도를 구하려면 포화 수증기량을 알기 위해 기온을 측정해야 하고, 현재 공기 중의 수증기량을 알기 위해 이슬점을 측정해야 한다. 일상생활에서 좀 더 간단하게 습도를 알 수 있는 방법은 없을까?



탐구 활동 | 건습구 습도계를 이용한 습도 측정

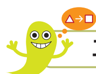
실험

목·표

건습구 습도계의 원리를 이해하고, 습도를 측정할 수 있다.

준·비·물

스탠드, 클램프, 부채, 온도계 2개, 비커, 얇은 헝겊, 실, 물, 습도표



과정

❶ 그림과 같이 스탠드와 클램프를 장치하고, 온도계 2개를 적당한 간격으로 매단다.

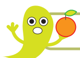
❷ 온도계 2개 중 하나의 구부에 얇은 헝겊을 감아 실로 고정하고, 얇은 헝겊의 끝부분을 비커 속의 물에 담가 습구 온도계를 만든다.

❸ 두 온도계의 구부를 부채로 5분 정도 부쳐 바람을 일으킨 다음 건구 온도와 습구 온도를 잰다.



습구 온도(℃)	건구 온도와 습구 온도의 차(℃)					
	0	1	2	3	4	5
16	100	90	82	74	66	60
17	100	91	82	74	67	61
18	100	91	83	75	68	62
19	100	91	83	76	69	62
20	100	91	83	76	69	63

❸ **습도표**_ 건구 온도가 25℃이고 습구 온도가 20℃이면, 건구와 습구의 온도 차는 5℃이다. 그러므로 이때의 습도는 63 %이다.



결과 창의·인성

1 실험 과정에서 부채를 부쳐 바람을 일으키는 이유는 무엇인가?

2 실험에서 측정한 건구와 습구의 온도는 각각 몇 ℃인가? 또 온도 차가 생기는 이유는 무엇인가?

3 습도표를 이용하여 실험실 안의 상대 습도를 구해 보자.

4 건구와 습구의 온도 차는 습도와 어떤 관계가 있는지 토의해 보자.

유·의·점

1. 물을 담은 비커를 오랫동안 실험실에 두어 비커 속 물의 온도가 실험실의 온도와 같아지도록 한다.
2. 부채를 충분한 시간 동안 약하게 부치도록 한다.



건구 온도계와 습구 온도계

건습구 습도계를 구성하는 두 개의 온도계 중 구부를 공기에 노출한 온도계를 건구 온도계라고 하며, 구부를 얇은 헝겊 등으로 싸서 끝을 물속에 담근 온도계를 습구 온도계라고 한다.

건습구 습도계는 물이 증발할 때 열을 흡수하는 성질을 이용하여 만든 것이다. 습도가 100 %인 경우를 제외하면 습구 온도는 건구 온도보다 항상 낮다. 이때 공기가 건조할수록 습구에서 물의 증발이 활발하게 일어나서 습구 온도가 더 많이 내려간다. 따라서 공기가 건조할수록 건구와 습구의 온도 차가 크게 나타난다.

이 밖에 머리카락을 사용하여 만든 모발 습도계나 연속적인 습도의 변화를 기록하는 자기 습도계를 이용하여 습도를 측정하기도 한다.

시시각각으로 날씨가 변하고, 이에 따라 습도도 변한다. 습도는 날씨의 변화에 따라 어떻게 달라질까?

그림 Ⅲ-25는 어떤 지역의 3일 동안 기온과 습도의 변화를 나타낸 것이다.

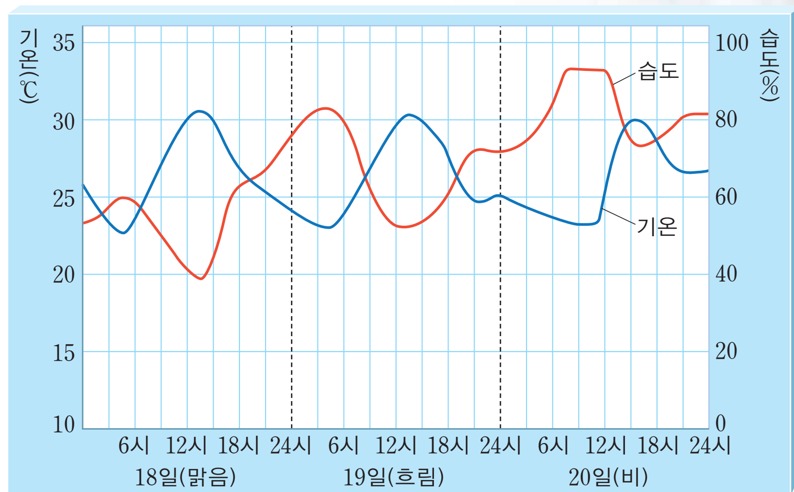


그림 Ⅲ-25 3일 동안의 날씨, 기온, 습도의 변화

흐리거나 비가 내리는 날에는 맑은 날보다 공기 중의 수증기량이 많으므로 습도가 상대적으로 높다. 특히 비가 내리는 날에는 공기 중의 수증기량이 포화 상태에 가깝기 때문에 습도가 90 % 이상으로 높게 나타나기도 한다.

맑은 날에는 시간이 변함에 따라 따라 기온과 습도의 변화가 크게 나타난다. 이것은 맑은 날에는 공기 중 수증기량의 변화가 거의 없지만 온도 변화는 크기 때문이다. 즉, 기온이 낮은 새벽에는 포화 수증기량이 적어서 습도가 높고, 이슬점 이하로 기온이 내려가서 짙은 안개가 끼는 경우도 있다. 반면에, 기온이 높은 한낮에는 포화 수증기량이 많아서 습도가 낮다.

강수 현상과 습도
비가 내리는 날에는 빗방울로부터 수증기가 대기 중으로 공급되어 습도가 높다.

우리나라의 여름철에는 공기 중의 수증기량이 아주 많아서 기온이 높더라도 습도가 높다. 반면에, 겨울철에는 공기 중의 수증기량이 적어서 기온이 낮더라도 습도가 낮다. 따라서 여름철에는 에어컨의 제습 기능을 이용하여 습도를 낮추고, 겨울철에는 난방 기구를 작동할 때 가습기를 틀거나 실내에 젖은 빨래를 널어 적당한 습도를 유지해 주는 것이 좋다.



잠깐 체크 추운 겨울에 실내에 난로를 피운 후 난로 위에 물주전자를 올려놓는 이유는 무엇일까?

STEAM 융합

불쾌지수

사막 지역을 여행했던 사람들의 이야기를 들어 보면 “기온이 40°C에 이르는 데도 그늘에만 들어가면 그다지 덥지 않다.”고 한다. 그러나 우리나라에서는 여름철에 기온이 30°C 정도만 되어도 푹푹 찐다는 느낌이 들 때가 많다. 이러한 현상은 습도가 달라서 나타나는 현상이다. 우리가 느끼는 더위는 기온뿐만 아니라 습도에 의한 영향도 받는다.

기온과 습도에 따른 불쾌감의 정도를 숫자로 나타낸 것을 **불쾌지수**라고 한다. 불쾌지수가 높은 날에는 사소한 일에도 쉽게 불쾌해지므로 서로에 대한 배려를 잊지 말아야 한다. 불쾌지수는 다음과 같은 식으로 구할 수 있다.

$$\text{불쾌지수} = (\text{건구 온도} + \text{습구 온도}) \times 0.72 + 40.6$$

예를 들어, 건구 온도가 30°C이고 습구 온도가 22°C일 때의 불쾌지수는 78로, 절반 이상의 사람들이 불쾌함을 느끼게 된다.

신문이나 방송을 보면 기온과 습도 등을 고려하여 정해진 여러 가지 생활 지수를 발표하고 있다. 이러한 생활 지수는 하루의 일을 계획하고 실천하는 데 도움을 준다.

기온과 습도에 따른 불쾌지수의 변화

불쾌지수	불쾌감의 정도
70~74	일부 사람이 불쾌함을 느낀다.
75~79	절반 이상의 사람이 불쾌함을 느낀다.
80~84	모든 사람이 불쾌함을 느낀다.
85 이상	참을 수 없을 정도로 불쾌함을 느낀다.

운동 지수 40



실내에서 가벼운 운동을

빨래 지수 40



미루거나 실내 건조

세차 지수 40



다음 기회에

외출 지수 40



우산을 준비하세요.



구름의 생성

밤사이에 지표면이 냉각되어 기온이 이슬점보다 낮아지면 수증기가 응결하여 건물이나 풀잎 등에 달라붙어 **이슬**로 맺히고, 기온이 0°C보다 낮아지면 공기 중의 수증기가 물체의 표면에 얼어붙어 **서리**가 된다. 그리고 수증기를 많이 포함하고 있는 지표면 부근의 공기가 냉각되면 **안개**가 발생하기도 한다.

비행기가 구름 속을 통과할 때 창밖을 보면 짙은 안개가 낀 날에 자동차를 타고 가면서 창밖을 보았을 때의 모습과 같다. 구름도 안개처럼 작은 물방울이나 얼음 알갱이가 하늘에 높이 떠 있는 것이기 때문이다.

새벽에는 구름이 전혀 없다가 오전에 구름이 발생하여 오후에는 매우 큰 규모의 구름으로 변해 가는 모습을 볼 수 있다. 이러한 구름은 어떻게 만들어지는 것일까?

잠깐 체크 안개가 주로 새벽에 끼는 이유는 무엇인가? 또 시간이 지나면서 안개가 걷히는 이유는 무엇인가?



그림 Ⅲ-26 이슬



그림 Ⅲ-27 안개



그림 Ⅲ-28 서리



탐구 활동 구름의 발생 실험

목·표

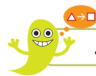
단열 변화를 이해하고, 구름의 발생 과정을 설명할 수 있다.

준·비·물

구름 발생 장치, 온도계, 물, 향, 성냥

유·의·점

1. 공기를 압축시킬 때 구름 발생 장치의 나사를 잘 조여 공기가 새지 않도록 한다.
2. 불이 붙은 향을 다룰 때, 손을 데지 않도록 주의하고, 향을 사용한 후에는 반드시 끄도록 한다.
3. 온도계가 튀어 나올 수 있으므로 잘 조여서 마무리한다.

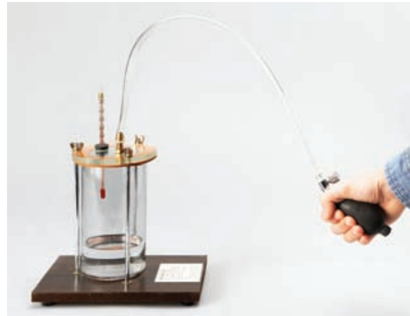


과정

❶ 구름 발생 장치에 물을 조금 넣고 잘 흔든 다음, 뚜껑을 잘 닫고 밸브를 잠근 후 온도를 측정한다.

❷ (가)와 같이 공기 펌프를 눌러 공기를 압축시킨 후 온도를 측정하고, 내부에서 일어나는 변화를 살펴본다.

❸ (나)와 같이 밸브를 열어 공기를 빠르게 배출시키면서 온도를 측정하고, 내부에서 일어나는 변화를 살펴본다.



(가) 공기를 압축시킬 때



(나) 공기를 팽창시킬 때

❹ 구름 발생 장치의 뚜껑을 열고 향의 연기를 조금 넣은 후, 위의 실험 과정을 되풀이한다.



결과

1 과정 ❷에서 온도는 어떻게 변하며, 내부에서는 어떤 변화가 일어나는가?

2 과정 ❸에서 온도는 어떻게 변하며, 내부에서는 어떤 변화가 일어나는가?

3 과정 ❹에서 밸브를 열어 공기를 배출시킬 때의 결과를 과정 ❸의 결과와 비교해 보자.

4 과정 ❹에서 향의 연기는 무슨 역할을 하는가?

응결핵
수증기의 응결을 돕는 물질을 말하며, 자연에서는 먼지, 오염 물질, 소금 알갱이 등이 응결핵 역할을 한다.

구름 발생 장치 안의 공기를 빠르게 배출시키면 내부가 뿌옇게 흐려진다. 이것은 공기를 팽창시키면 온도가 내려가서 공기 중의 수증기가 응결하기 때문이다. 향의 연기를 넣었을 때에는 향의 연기가 응결이 쉽게 일어나도록 하는 **응결핵** 역할을 하기 때문에 더 뿌옇게 흐려지게 된다.



잠깐 체크 지표면의 냉각으로 생기는 안개는 바람이 부는 날보다 바람이 불지 않는 날에 잘 발생하는데, 그 이유는 무엇일까?

공기는 외부와 열을 주고받지 않고 부피 변화만으로도 온도가 변한다. 공기가 압축되면 온도가 올라가고, 반대로 팽창하면 온도가 내려간다. 이와 같이 외부와 열의 출입 없이 공기의 부피가 변하는 현상을 **단열 변화**라고 한다. 이때 공기의 부피가 팽창하면서 기온이 낮아지는 현상을 **단열 냉각**이라고 한다.

자연에서 공기가 팽창하는 경우는 공기가 상승할 때이다. 공기 덩어리가 상승하면 주위의 기압이 낮아지므로 공기 덩어리는 단열 팽창하여 기온이 낮아진다. 공기가 더 높이 상승하여 기온이 이슬점과 같아지는 응결 고도에 이르면 수증기가 응결하여 물방울이나 얼음 알갱이가 생성되어 구름이 만들어진다. 공기가 상승하여 구름이 만들어지는 경우는 여러 가지가 있다.

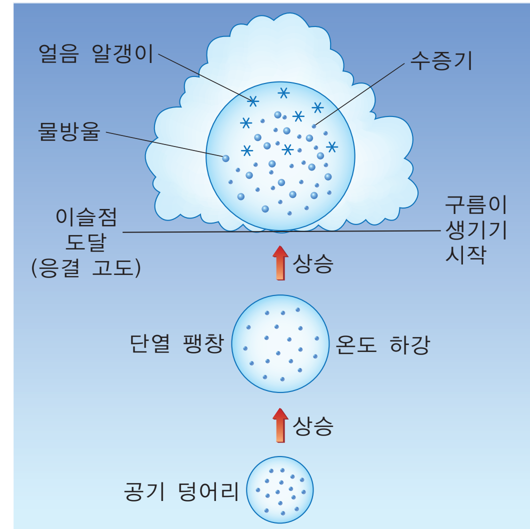
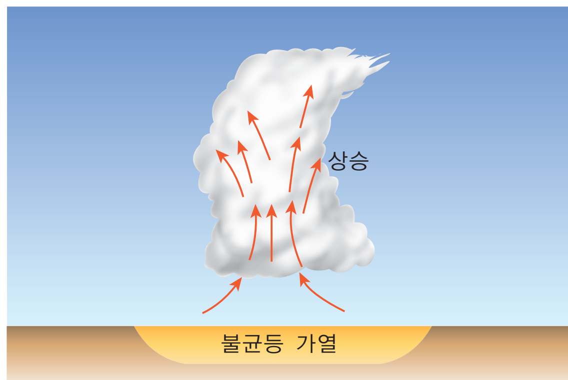
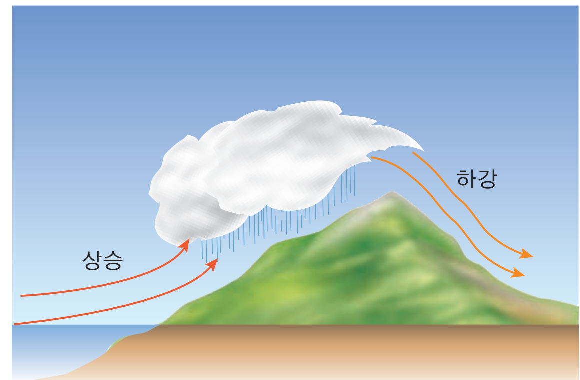


그림 Ⅲ-29 구름의 생성 과정

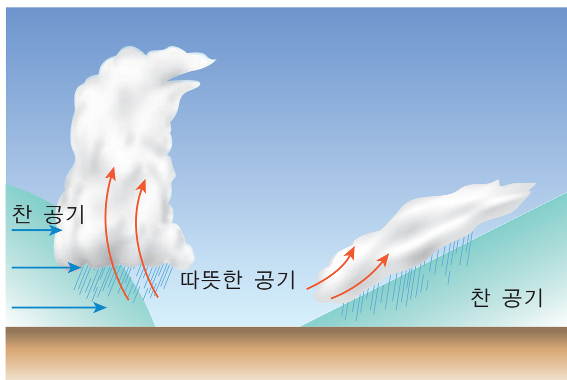
그림 Ⅲ-30 공기가 상승하여 구름이 만들어지는 경우



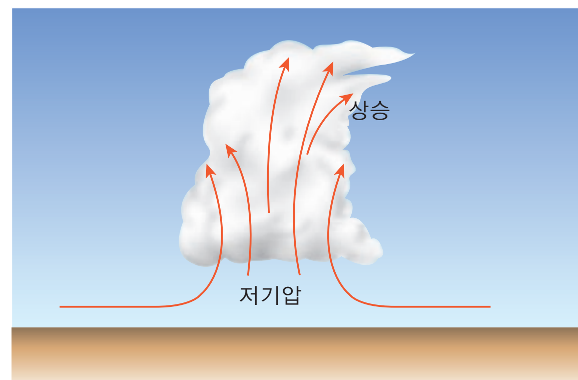
(가) 지표면의 불균등 가열이 일어날 때



(나) 공기가 산을 타고 올라갈 때



(다) 따뜻한 공기와 찬 공기가 만날 때



(라) 저기압 중심에 공기가 모여들 때

구름을 관찰해 보면 뭉게뭉게 솟아 있는 구름도 있고, 옆으로 넓게 퍼진 구름도 있다. 구름의 모양이 다른 이유는 무엇일까?

구름의 모양은 공기의 상승 운동과 밀접한 관련이 있다. 공기의 상승 운동이 활발할 때에는 위로 솟아 있는 **적운형 구름**이 만들어지고, 상승 운동이 약할 때에는 옆으로 넓게 퍼진 **층운형 구름**이 만들어진다. 또한 낮은 곳에 있는 구름도 있고 매우 높은 곳에 있는 구름도 있다.

그림 Ⅲ-31 구름의 종류



강수 과정

비나 눈은 구름으로부터 내리지만, 구름이 있다고 해서 반드시 비나 눈이 내리는 것은 아니다. 그 이유는 무엇일까?

구름이 있어도 비가 내리지 않는 것은 구름 입자가 너무 작아서 구름 입자가 공기의 상승 운동에 휩쓸려 올라가거나 내려오는 도중에 증발하여 지상까지 도달할 수 없기 때문이다. 오른쪽 그림에서 빗방울의 지름은 구름 입자의 100배 정도이므로, 많은 구름 입자가 뭉쳐져야 비나 눈이 되어 지상에 내릴 수 있다.

아래 그림과 같이 온대 지방이나 한대 지방에서는 구름의 아랫부분이 물방울로 이루어져 있고, 윗부분은 얼음 알갱이로 이루어져 있다. 또 온도가 -40°C에서 0°C 사이인 곳에서는 물방울과 얼음 알갱이가 섞여 있다. 여기에서 과냉각 물방울에서 증발한 수증기가 얼음 알갱이에 달라붙어 커지면 눈이 되어 지표로 떨어진다. 또 눈이 따뜻한 공기층을 지나면서 녹으면 비가 되어 떨어진다. 이러한 과정으로 비나 눈이 내린다는 이론을 **빙정설**이라고 한다.

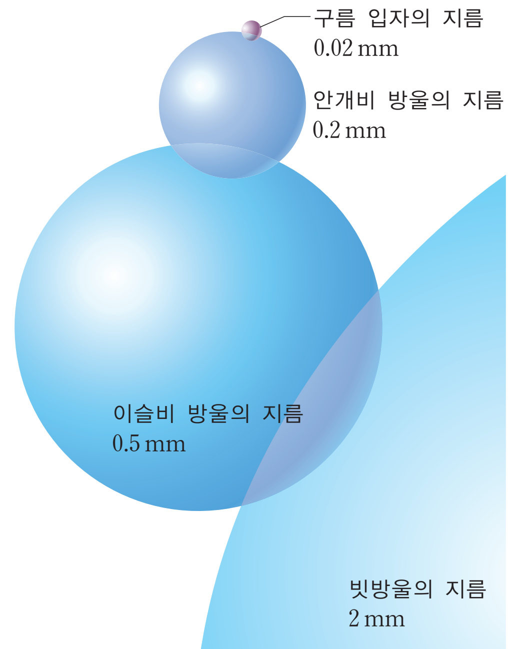


그림 Ⅲ-32 빗방울의 크기 비교

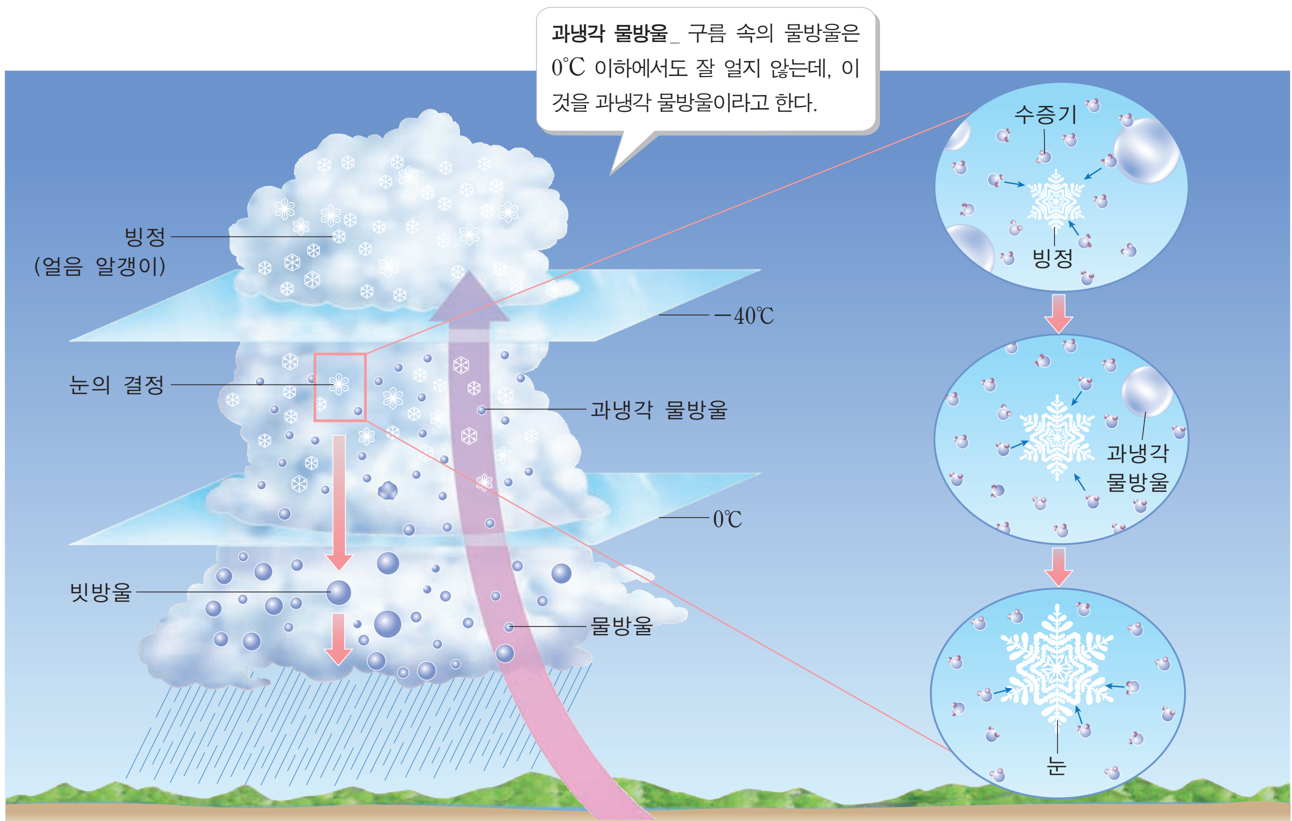


그림 Ⅲ-33 빙정설(온대 · 한대 지방)

열대 지방에서는 구름 전체의 온도가 0˚C보다 높기 때문에 구름 속에 얼음 알갱이가 없고 다양한 크기의 물방울만으로 이루어져 있다. 이런 구름에서는 크고 작은 물방울이 부딪치면서 뭉쳐지고, 점점 커지면 빗방울이 되어 지표로 떨어진다. 이러한 과정으로 비가 내린다는 이론을 **병합설**이라고 한다.

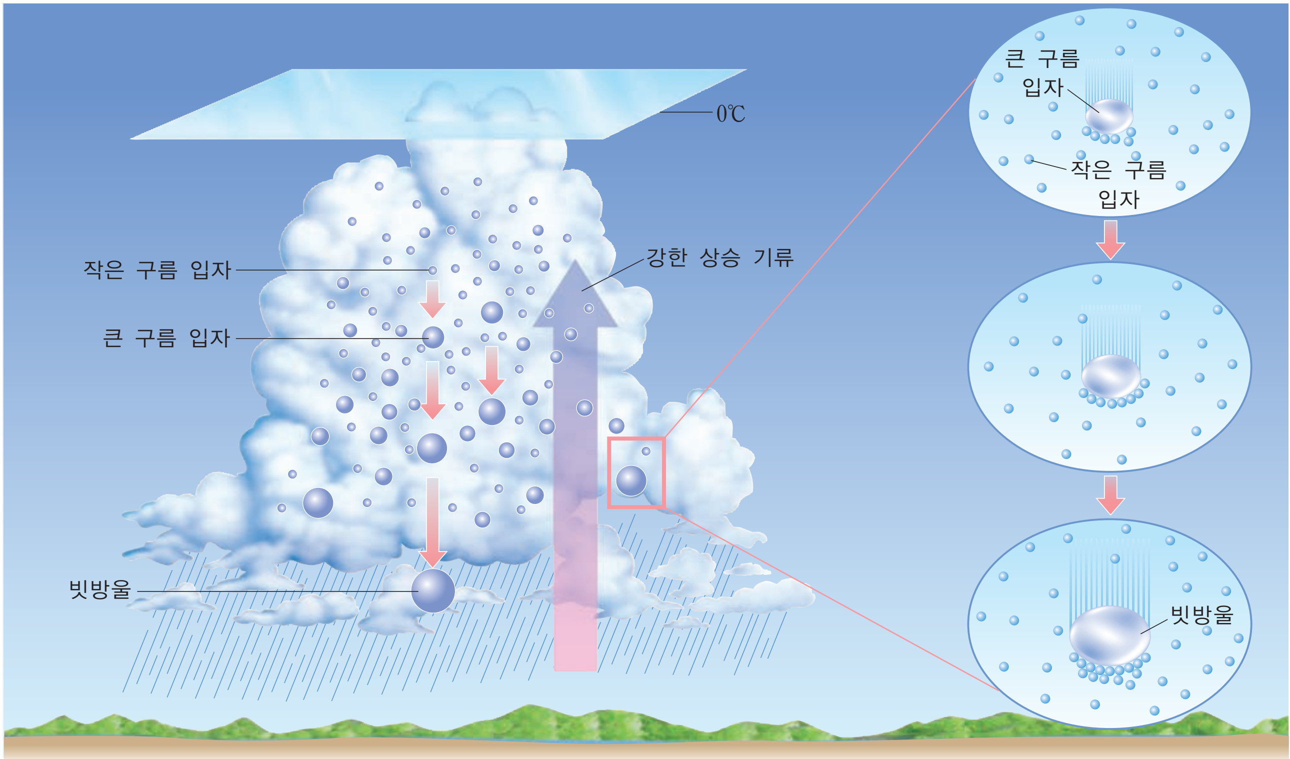


그림 Ⅲ-34 병합설(열대 지방)

과학자료실 인공 강우





인공 강우란 구름에 인공적인 영향을 주어 비가 내리게 하는 방법 또는 그러한 비를 말한다. 인공 강우는 구름층이 형성되어 있으나 대기 중에 응결핵이 적어 구름 방울이 빗방울로 성장하지 못할 때, 인위적으로 인공의 작은 입자인 '구름씨'를 뿌려 특정 지역에 강수를 유도하는 것이다. 인공의 구름씨로는 드라이아이스, 아이오딘화 은, 염분 입자를 이용한다.

구름씨 뿌리기는 안개를 지울 때, 우박이 내리는 것을 막을 때, 태풍의 강도를 약화시키는 데에도 이용되고 있다.

구름에서 비나 눈 등이 만들어져 지표로 떨어지는 현상을 **강수**라고 한다. 강수로 지표에 떨어진 물은 지하로 스며들기도 하고, 강을 따라 호수나 바다로 흘러들기도 한다. 호수나 바다, 강 등의 물은 증발하여 공기 중의 수증기가 되고, 이 수증기는 응결하여 구름이 되었다가 강수를 통해 다시 지표로 되돌아온다.

이와 같이 지구 상의 물은 지표와 대기 사이를 끊임없이 이동하고 있는데, 이러한 현상을 **물의 순환**이라고 한다. 물의 순환을 일으키는 에너지의 근원은 태양 복사 에너지이며, 물의 순환이 일어나는 과정에서 끊임없이 날씨 변화가 나타난다.

강수
하늘에서 비나 눈처럼 액체나 고체 상태의 물이 지표로 떨어지는 모든 것을 말한다.

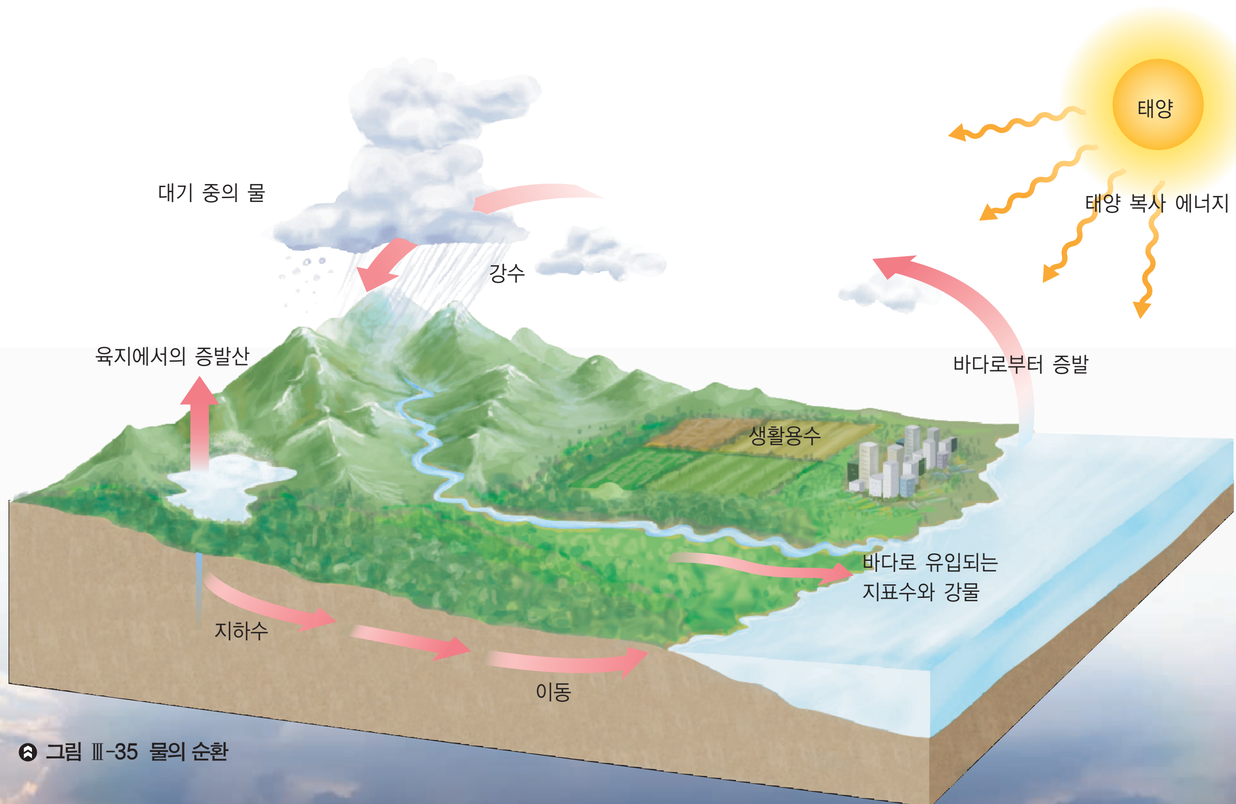


그림 Ⅲ-35 물의 순환

자기 주도 학습

개념 확인하기

건습구 습도계에서 건구 온도와 습구 온도가 같다면 습도는 몇 %인가?

생활 속 문제 해결하기

겨울철에 자동차 운행 중 유리가 뿌옇게 흐려져 앞을 보기 어려울 때 시야를 맑게 하려면 어떻게 해야 할까?

과학과 기술, 사회 연관 짓기

구름은 있으나 비가 내리지 않을 때 비를 내리게 하는 것을 인공 강우라고 한다. 어떻게 하면 비를 내리게 할 수 있는지 조사해 보자.

2-2 기압과 바람



학습 목표

- 기압의 개념과 크기 및 단위에 대하여 말할 수 있다.
- 지표면의 가열 차이에 의한 기압의 변화로 바람이 불게 됨을 이해할 수 있다.
- 대기 대순환의 원인과 모습을 알고, 해양의 표층 순환과 관련지어 설명할 수 있다.

그림은 바람을 이용하여 전기를 생산하는 풍력 발전기의 모습이다. 바람이 부는 방향과 세기는 그때그때 다르다. 바람을 일으키는 힘의 근원은 무엇일까? 또 바람이 부는 방향과 바람의 세기가 달라지는 이유는 무엇일까?

지표면 부근의 공기는 시간과 장소에 따라 가열과 냉각을 되풀이한다. 이때 지표의 가열과 냉각으로 기온의 차이가 생기고, 이 때문에 바람이 분다. 큰 규모로 오랫동안 부는 바람은 바닷물을 이동시켜 해양에서 표층 해류를 일으키는 원인이 된다.

기압

지구를 둘러싸고 있는 대기의 두께는 약 1,000 km에 달한다. 대기권의 밑바닥에 살고 있는 우리는 대기가 누르는 힘을 받고 있는데, 이와 같은 대기의 무게에 의한 압력을 **기압**이라고 한다. 기압의 크기는 얼마나 될까?



압력
단위 면적에 작용하는 힘

물이 조금 담긴 알루미늄 깡통을 김이 날 때까지 가열한 후, 그림 (가)와 같이 깡통을 찬물이 담긴 수조에 거꾸로 담그면, 깡통이 식은 후 그 속의 수증기가 응결하면서 내부 압력이 줄어들어 그림 (나)와 같이 순식간에 깡통이 찌그러진다.

그림 Ⅲ-36 깡통을 이용한 기압 실험



(가)



(나)



그림 Ⅲ-37 기압의 위력_ 10 km 정도의 높은 고도에서 비행하는 항공기의 실내 공기는 고도 약 2,400 m에서의 기압으로 조정되며, 높은 고도에서 비행기 내부는 외부보다 기압이 훨씬 높으므로 여객기의 동체는 팽창하려는 힘에 견딜 수 있게 설계된다.

기압은 깡통을 찌그러뜨릴 만큼 큰 힘으로 모든 방향에서 작용한다. 이와 같은 큰 힘을 우리가 느끼지 못하는 것은 몸 내부의 압력이 기압과 같아서 느끼지 못할 뿐이다.

기압의 크기를 최초로 측정한 사람은 이탈리아의 토리첼리이다. 그는 한쪽 끝이 막힌 길이 1 m 정도의 유리관에 수은을 가득 채우고, 다음 그림과 같이 수은이 담긴 그릇에 거꾸로 세워 보았다. 이때 유리관 속의 수은이 내려가 그릇의 수은면으로부터 76 cm 높이에서 멈추었다. 그 이유는 그릇의 수은면을 누르는 대기의 압력과 유리관 속의 수은 기둥이 누르는 압력이 같아졌기 때문이다.

높이 76 cm인 수은 기둥이 누르는 압력에 해당하는 대기의 압력을 **1기압**이라고 한다. 기압의 단위는 주로 헥토파스칼(hPa)을 쓰는데, 1기압은 약 1,013 hPa에 해당한다.

1기압
지표면의 평균 기압에 가까운 값으로서, 1 cm^2의 면적에 질량이 1 kg인 물체가 누르는 압력과 같다.

1 hPa
1 m^2의 넓이에 1 N의 힘이 작용하는 압력의 크기가 1 Pa이며, 1 hPa은 100 Pa이다.

1기압=76 cmHg=1,013 hPa

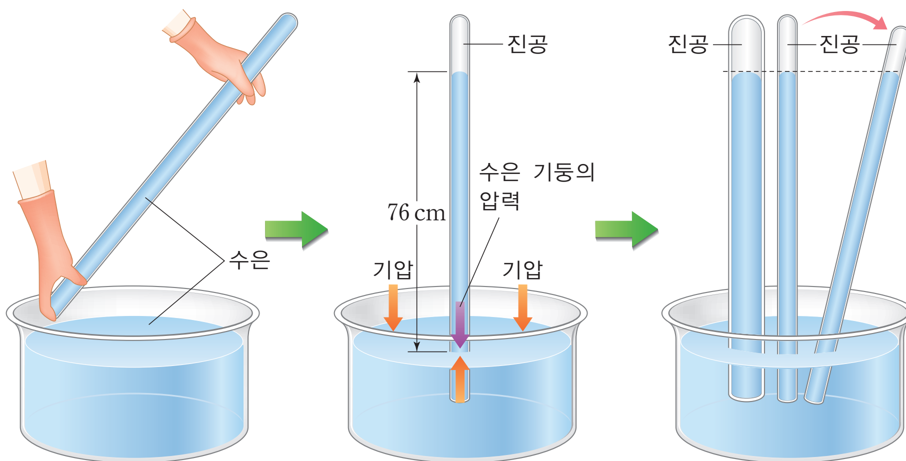


그림 Ⅲ-38 토리첼리 실험_ 유리관을 기울이거나 굵은 유리관을 사용해도 수은 기둥의 높이는 변하지 않는다.

잠깐 체크 토리첼리 실험에서 유리관 끝의 진공 상태인 부분에 아주 작은 구멍을 뚫으면 어떤 변화가 나타날까?

공기는 항상 움직이고 있으므로 기압은 시간과 장소에 따라 끊임없이 변한다. 이러한 기압의 변화는 기압계로 측정한다.

기압이 높아지면 수은 기둥의 높이가 올라가고, 반대로 기압이 낮아지면 수은 기둥의 높이가 내려간다. 이와 같은 원리를 이용하여 만든 기압계가 **수은 기압계**이다. 수은 기압계는 비교적 정확하게 기압을 측정할 수 있지만, 크기가 크고 사용법이 어렵다는 단점이 있다. 그러므로 간편하게 기압을 측정할 때에는 **아네로이드 기압계**를 사용한다. 그림과 같이 아네로이드 기압계는 진공의 금속 통이 기압의 변화에 따라 수축하거나 팽창하는 원리를 이용하여 만든 것이다. 그 밖에 기압의 변화가 자동으로 기록되는 **자기 기압계**도 사용하고 있다.


그림 Ⅲ-39 수은 기압계

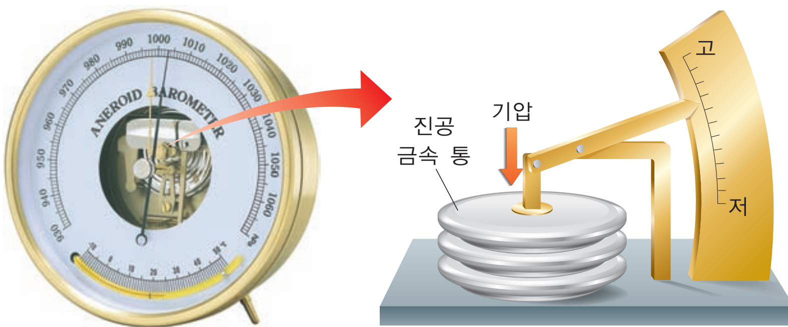


그림 Ⅲ-40 아네로이드 기압계와 원리


그림 Ⅲ-41 자기 기압계

그림 Ⅲ-42는 높이에 따른 기압의 변화를 나타낸 것이다. 높은 산에 올라가면 지표면과의 높이 차에 해당하는 공기의 무게만큼 기압이 작아진다. 따라서 높은 산에서 토리첼리의 실험을 하면 지표면에서보다 수은 기둥의 높이가 낮게 나타나며, 불어서 입구를 막은 풍선을 가져가면 부피가 크게 부풀어 오른다.

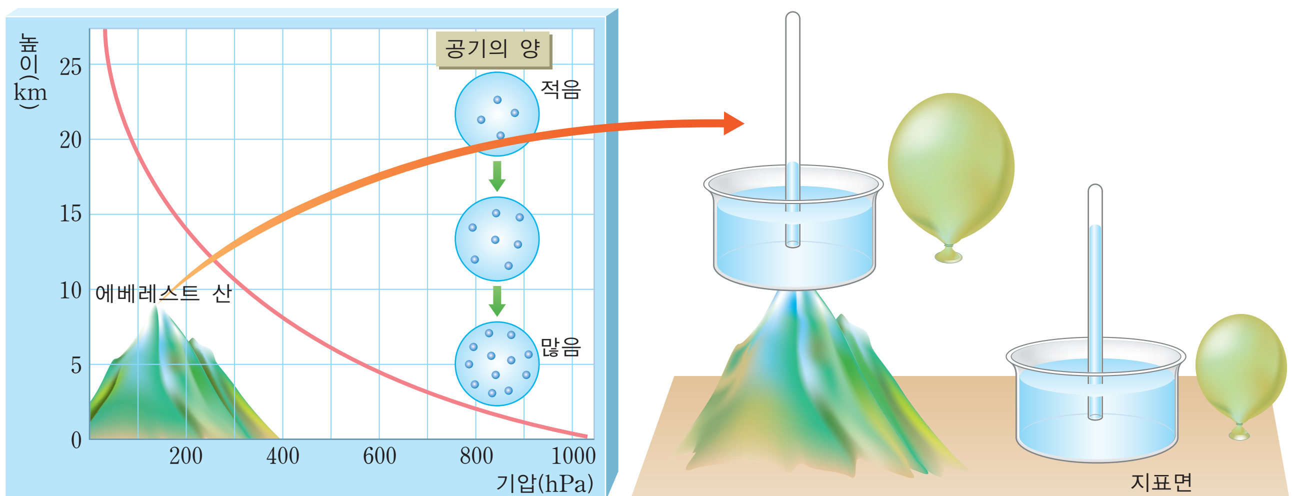


그림 Ⅲ-42 높이에 따른 기압의 변화

바람

국기 게양대에서 펄럭이는 태극기를 보면 바람의 방향과 세기가 끊임없이 변하고 있음을 알 수 있다. 또 바닷가에 가 보면 낮에 부는 바람과 밤에 부는 바람의 방향이 반대일 때가 있다. 바람이 부는 이유는 무엇일까?

그림 Ⅲ-43과 같이 피스톤을 빼낸 두 개의 주사기 (가)와 (나)를 고무관으로 연결하고 가운데를 핀치콕으로 막은 후, 양쪽 주사기에 물의 양을 다르게 하여 넣었다. 핀치콕을 열어 물의 움직임을 관찰하면, 물기둥의 높이가 높은 (가)에서 물기둥의 높이가 낮은 (나)로 물이 이동하는 것을 볼 수 있다.

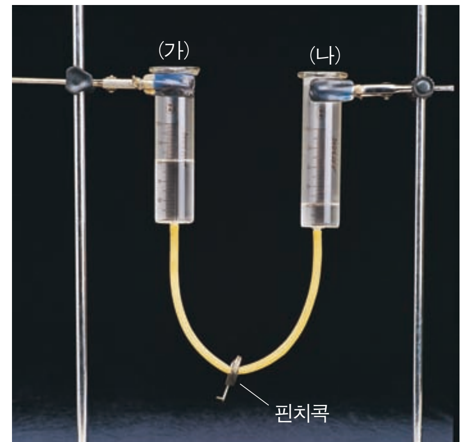
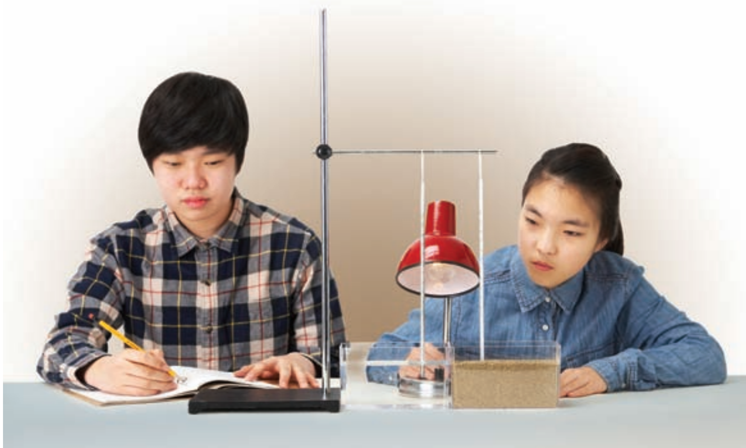


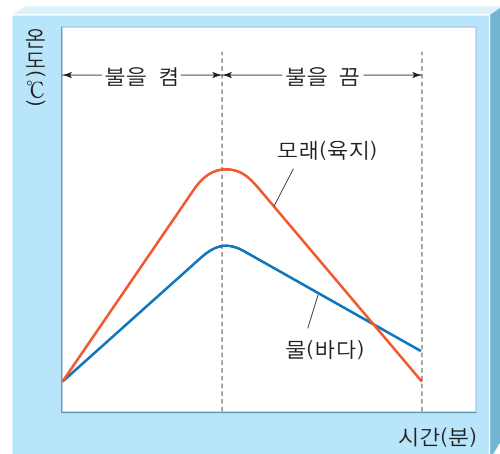
그림 Ⅲ-43 바람이 부는 원리

물은 수압이 높은 곳에서 낮은 곳으로 흐르는 것처럼 공기도 기압이 높은 곳에서 낮은 곳으로 이동하는데, 이와 같은 공기의 이동이 **바람**이다. 즉, 바람은 두 지역 사이의 기압 차가 생길 때 불며, 기압 차가 클수록 풍속이 크다. 기압 차에 의해 바람이 부는 원리를 알아보자.

해 보기 바다와 육지 중 어디에서 온도 변화가 클까? 자료 해석

그림과 같이 두 개의 그릇에 각각 모래와 물을 담고 온도계를 설치한 다음, 전등을 비춘 상태와 끈 상태에서 5분 간격으로 온도를 측정한 결과가 그래프와 같았다.





|결과 및 해석|

1 전등을 비출 때와 전등을 끈 상태에서 물과 모래 중 온도 변화는 어느 쪽이 크게 나타나는가?

2 육지와 바다의 가열 · 냉각되는 정도가 다른 이유는 무엇일까?



해안에서 낮에는 열용량이 작은 육지가 열용량이 큰 바다보다 더 빨리 가열된다. 그러므로 육지 위의 공기는 가벼워져 상승하여 기압이 낮아지고, 바다 위의 공기는 주변보다 무거워져 하강하므로 기압이 높아진다. 따라서 낮에는 바다 쪽에서 육지 쪽으로 **해풍**이 분다.

낮과는 달리 밤에는 육지가 바다보다 더 빨리 냉각된다. 그러므로 육지 위의 공기는 기압이 높아지고, 바다 위의 공기는 기압이 낮아진다. 따라서 밤에는 육지 쪽에서 바다 쪽으로 **육풍**이 분다.

해륙풍
맑은 날 해안에서 낮에 부는 해풍과 밤에 부는 육풍이 번갈아 나타나는 것을 말한다.



그림 Ⅲ-44 해풍



그림 Ⅲ-45 육풍

잠깐 체크 맑은 날과 흐린 날 중 해륙풍이 더 세게 불 것으로 예상되는 날은 언제인가?

우리나라처럼 대륙과 해양 사이에 위치한 지역에서는 계절에 따라 바람의 방향이 바뀌는 **계절풍**이 분다. 계절풍이 부는 원리는 해륙풍과 비슷하다. 여름철에는 해양보다 대륙의 온도가 더 빨리 올라가고, 겨울철에는 해양보다 대륙의 온도가 더 빨리 내려간다. 따라서 여름철에는 대륙보다 해양의 기압이 높으므로 해양에서 대륙 쪽으로 바람이 불고, 겨울철에는 해양보다 대륙의 기압이 높으므로 대륙에서 해양 쪽으로 바람이 분다. 그림 Ⅲ-46과 같이 우리나라에서는 여름철에는 해양에서 대륙 쪽으로 남서 혹은 **남동 계절풍**이 불고, 겨울철에는 대륙에서 해양 쪽으로 **북서 계절풍**이 분다.

계절풍과 기후
계절풍이 부는 지역에서는 계절에 따라 기온, 습도, 강수량 등의 변화 폭이 크다.

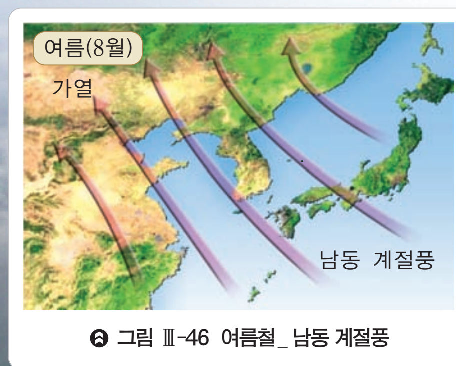


그림 Ⅲ-46 여름철_남동 계절풍



그림 Ⅲ-47 겨울철_북서 계절풍

바람은 공기가 움직이는 방향과 속력으로 나타내는데, 바람의 방향을 **풍향**이라 하고, 바람의 속력을 **풍속**이라고 한다. 풍향은 바람이 불어오는 방향이며, 보통 16방위로 나타낸다. 풍속은 1초 동안에 공기가 이동한 평균 거리로서, 단위는 m/s이다.

풍향과 풍속
풍향과 풍속은 끊임없이 변한다. 따라서 풍향과 풍속은 10분 동안 측정한 값을 평균하여 나타낸다.



그림 Ⅲ-48 16방위



그림 Ⅲ-49 풍향 · 풍속계

풍향은 풍향계로 측정하고, 풍속은 풍속계로 측정한다. 요즈음에는 풍향과 풍속을 함께 측정할 수 있는 풍향 · 풍속계를 많이 사용하는데, 프로펠러가 가리키는 방향이 풍향이고, 프로펠러의 회전수로 풍속을 측정한다.

적당한 바람은 사람들에게 상쾌한 느낌을 주지만, 강한 바람은 가로수를 쓰러뜨리고 건물이나 구조물을 파괴하며, 큰 파도를 일으켜 해일을 일으키거나 해상 교통을 마비시키는 등 많은 피해를 준다. 그러나 바람을 잘 활용하면 매우 유용한 자원이 될 수 있다. 우리는 바람을 이용하여 여가 활동을 즐기기도 하고, 풍력 발전으로 전기를 생산하기도 한다.

그림 Ⅲ-50 바람의 피해와 이용



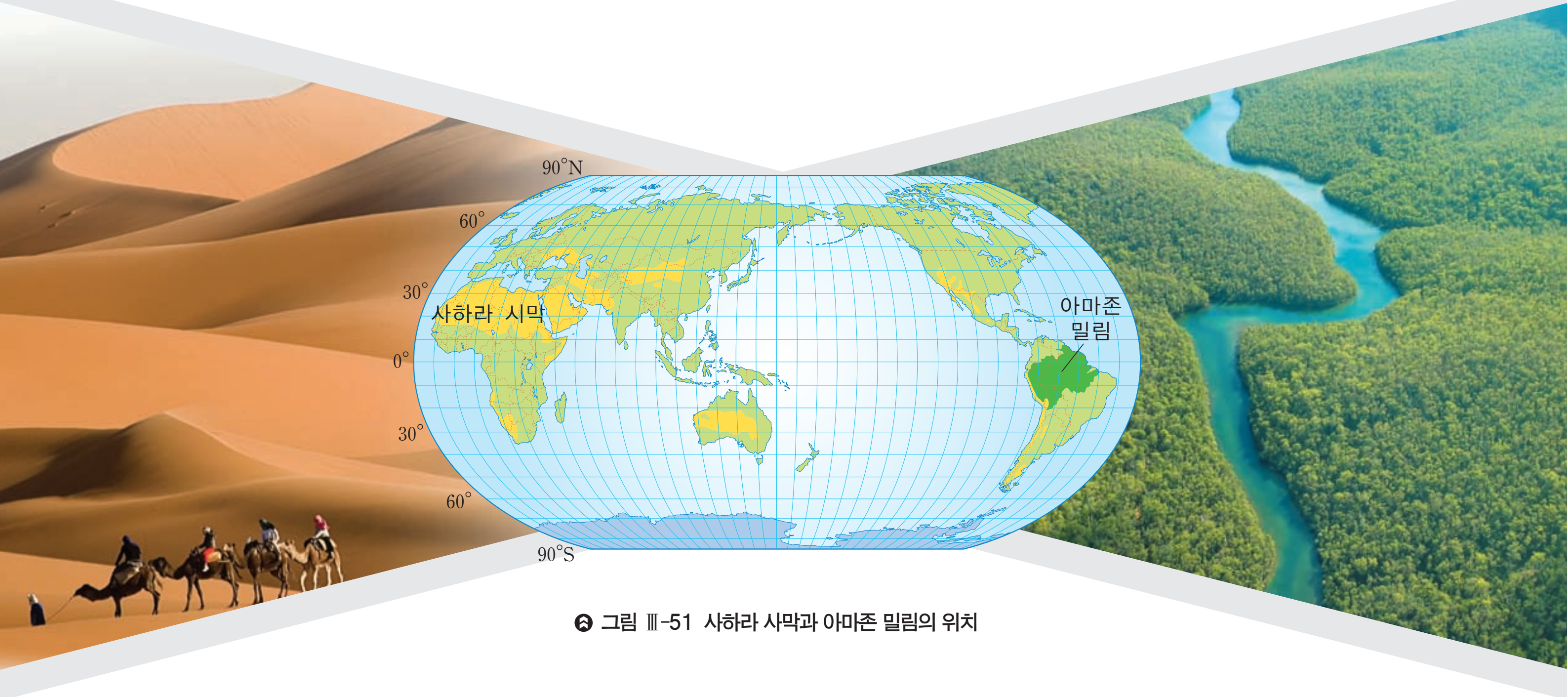


그림 Ⅲ-51 사하라 사막과 아마존 밀림의 위치

대기 대순환

세계 지도를 보면 위도 30° 부근에는 사하라 사막과 같이 큰 사막이 분포하고, 적도 부근에는 아마존 밀림과 같은 숲이 분포한다. 또 중위도 지방에서는 서풍이 많이 불고, 열대 지방에서는 동풍이 자주 분다. 이와 같이 위도에 따라 기후와 풍향이 다른 이유는 무엇일까?

방 안에 난로를 켜고 어느 정도 시간이 지나면 방 전체가 따뜻해진다. 그 이유는 난로 근처의 가열된 공기가 대류를 일으켜 방 안 전체를 순환하기 때문이다. 지구에서는 공기가 어떻게 순환할까?

적도 지방은 태양 복사 에너지를 많이 받으므로 기온이 높고, 극지방은 태양 복사 에너지를 적게 받으므로 기온이 낮다. 따라서 적도 지방의 따뜻한 공기와 극지방의 찬 공기 사이에는 대류에 의한 순환이 일어난다.

지구가 자전하지 않는다면 그림 Ⅲ-52와 같이 적도 지방에서 상승한 따뜻한 공기가 상공에서 극지방으로 이동하고, 극지방에서 하강한 찬 공기가 지상에서 적도 지방으로 돌아오는 순환이 일어날 것이다. 이 경우 북반구의 지상에서는 북풍만 불고, 남반구의 지상에서는 남풍만 불게 된다.

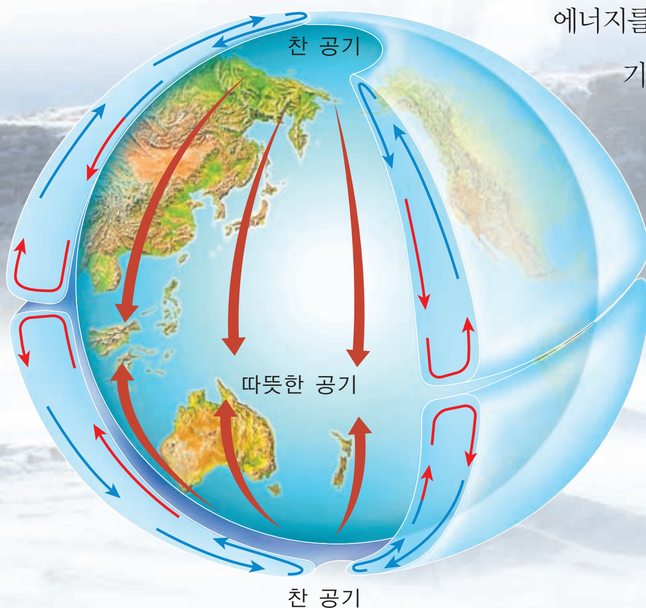


그림 Ⅲ-52 지구가 자전을 하지 않을 경우의 대기 순환

잠깐 체크 자전하지 않는 지구에서 대기 대순환이 일어난다면 구름이 잘 만들어지는 곳은 어디일까?

그러나 대기 대순환은 적도와 극 사이에 하나의 커다란 순환으로 이루어진 것이 아니라, 지구 자전 등의 영향으로 세 개의 순환으로 나뉘어져 있다. 즉, 적도 부근의 공기는 상승하여 고위도 쪽으로 이동하다가 위도 30° 부근에서 하강하여 적도 지방으로 돌아오고, 하강한 공기의 일부는 고위도로 이동하여 위도 60° 부근에서 극에서 이동해 온 공기와 마주쳐 상승한다. 또 극 부근의 공기는 하강하여 저위도 쪽으로 이동하다가 위도 60° 부근에서 상승한다. 그 결과 적도에서 위도 30° 사이에서는 무역풍이 불고, 위도 30°에서 60° 사이에서는 편서풍이 불며, 위도 60°에서 극 사이에서는 극동풍이 분다. 이때 북반구와 남반구의 대기 대순환은 적도를 경계로 대칭을 이룬다.



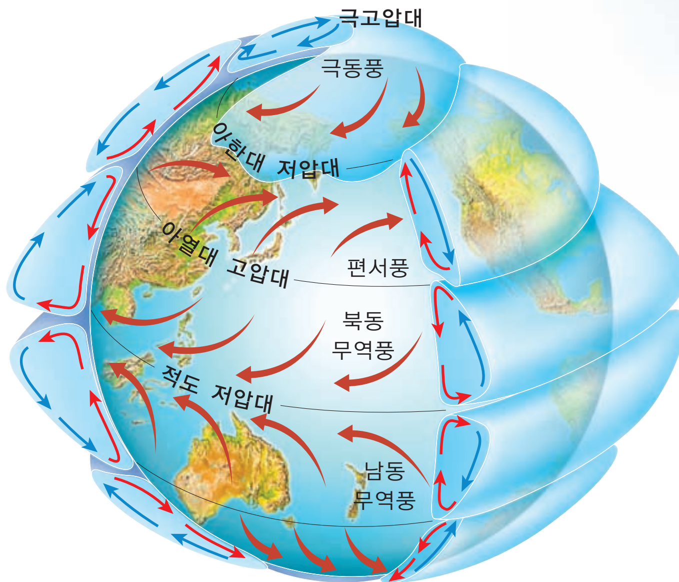


그림 Ⅲ-53 자전하는 지구에서의 대기 순환

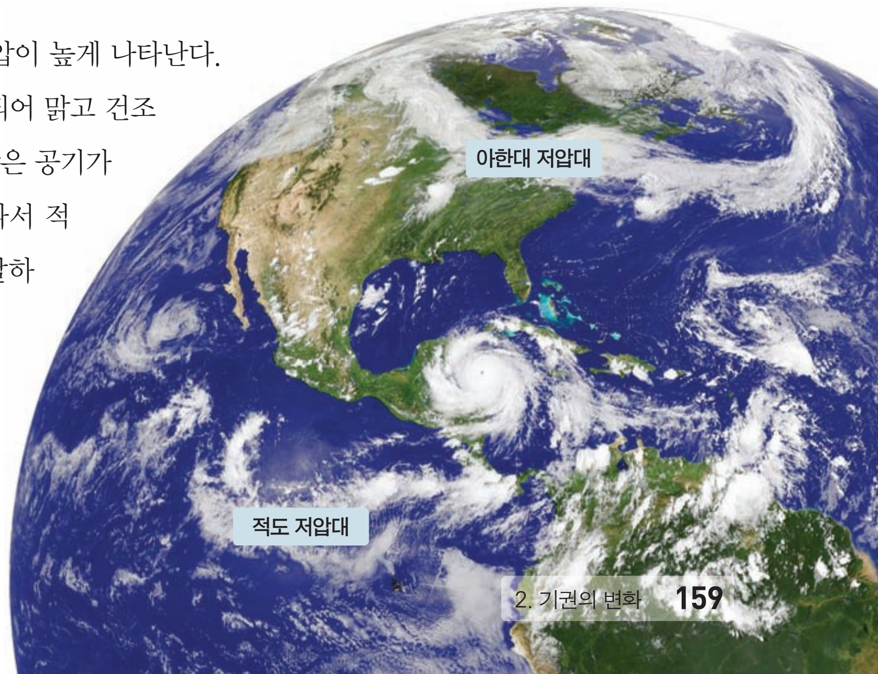
무역풍
범선으로 물품을 수송하여 무역 거래를 하던 시절에 많이 이용한 바람이다.

고압대와 저압대
대기 대순환으로 지상에서 공기가 수렴하여 상승하는 곳은 저압대, 상공에서 지상으로 하강하는 곳은 고압대가 된다.

중위도 지방은 공기가 하강하는 곳으로서, 기압이 높게 나타난다. 따라서 위도 30° 부근에는 **아열대 고압대**가 형성되어 맑고 건조하므로 사막이 많이 분포한다. 반면에, 적도 지방은 공기가 상승하는 곳으로서, 기압이 낮게 나타난다. 따라서 적도 지방에는 **적도 저압대**가 형성되어 구름이 발달하고 많은 비가 내려 열대 우림을 이룬다.

잠깐 체크 대기 대순환이 하나의 커다란 순환이 아니고 세 개의 순환인 이유는 무엇일까?

그림 Ⅲ-54 적도 저압대와 아한대 저압대의 구름 분포





Ⓐ 그림 Ⅲ-55 표층 해류 실험 모습

대기 대순환과 표층 해류

그림 Ⅲ-55와 같이 수조 안의 물 위에 색종이를 띄우고 수조의 오른쪽 모서리에서 장난감 선풍기로 바람을 일으키면 물은 바람이 부는 방향으로 흐르기 시작하여 색종이는 시계 반대 방향으로 돌게 된다. 반대로 장난감 선풍기의 위치를 왼쪽 모서리로 옮겨서 바람을 일으키면, 색종이는 시계 방향으로 돌게 된다. 이와 같이 오랫동안 부는 바람에 의해 바다에서도 해류가 발생한다. 대기 대순환과 해수의 표층 순환은 어떤 관계가 있을까?

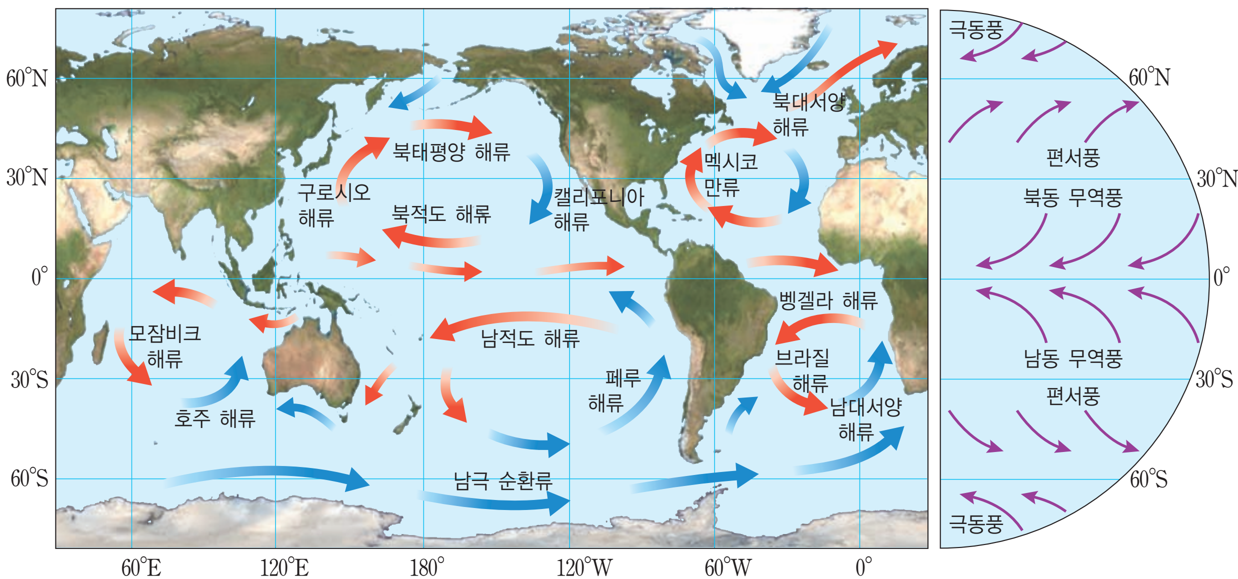
탐구 활동 대기 대순환과 해양의 표층 순환 조사

목·표

대기 대순환과 해양의 표층 순환을 관련지어 이해할 수 있다.

과정

그림은 전 세계의 해류 분포와 대기 대순환에 의한 바람의 방향을 나타낸 것이다.



❶ 저위도와 중위도에서 부는 바람의 명칭과 풍향을 정리한다.
❷ 저위도와 중위도에서 흐르는 해류의 방향을 알아본다.
❸ 저위도와 중위도에서 풍향과 해류가 흐르는 방향을 비교해 본다.

준·비·물

세계의 해류도

결과

1 대기 대순환과 해류의 방향은 어떤 관계가 있는가?

2 북태평양과 남태평양에서 일어나는 표층 순환의 방향은 어떻게 다른가?

북태평양에서 해류의 순환은 북동 무역풍에 의해 북적도 해류가 동쪽에서 서쪽으로 흐르고, 편서풍에 의해 북태평양 해류가 서쪽에서 동쪽으로 흐른다.

이와 같이 저위도에서 무역풍에 의해 서쪽으로 흐르는 해류와 중위도의 편서풍에 의해 동쪽으로 흐르는 해류로 이루어진 커다란 순환이 일어난다. 즉, 세계의 해류는 대기 대순환의 영향으로 북반구에서는 시계 방향으로 순환하고, 남반구에서는 시계 반대 방향으로 순환한다.

대기 대순환과 해수의 표층 순환은 저위도 지방의 열을 고위도로 이동시키는 역할을 하는데, 그에 따라 세계 각지에 다양한 기후가 나타난다. 또 각 기후에 따라 토양과 생태계도 달라진다. 그러므로 기권에서 일어나는 대기 대순환에 의해 지권은 물론이고 수권 및 생물권에도 변화가 일어난다. 또 해양에서 일어나는 표층 순환으로 기권의 온도가 변화하여 대기 대순환의 변화로 이어진다.

이와 같이 지구계의 기권에서 일어나는 대기 대순환은 지권은 물론 수권 및 생물권에 영향을 미치고, 수권에서 일어나는 표층 순환이나 지권과 생물권에서 일어나는 현상은 기권에 영향을 미친다. 즉, 지구계에서 기권은 대기 대순환을 통해 다른 권과 끊임없이 상호 작용을 하고 있다.

 **적도 해류**
무역풍의 영향으로 동쪽에서 서쪽으로 흐르는 해류가 적도 해류이다.

그림 Ⅲ-56 기권이 다른 권에 미치는 영향의 예


기권 ⇨ 지권


기권 ⇨ 수권


기권 ⇨ 생물권

자기 주도 학습

개념 확인하기
대기 대순환이 일어나는 근본적인 이유는 무엇인가?

문제 응용하기
저위도 지방에서는 무역풍이 불고, 중위도 지방에서는 편서풍이 부는 이유는 무엇인가?

생활 속 문제 해결하기
맑은 날 낮에 바닷가에서 연을 날린다면 주로 어느 쪽을 향하는 경우가 많을까?

2-3 날씨와 생활



학습 목표

- 기단과 전선, 고기압과 저기압에서 나타나는 기상 현상을 설명할 수 있다.
- 기상 현상이 우리의 생활에 미치는 영향을 알고, 일기 예보와 기상 마케팅의 필요성을 이해할 수 있다.

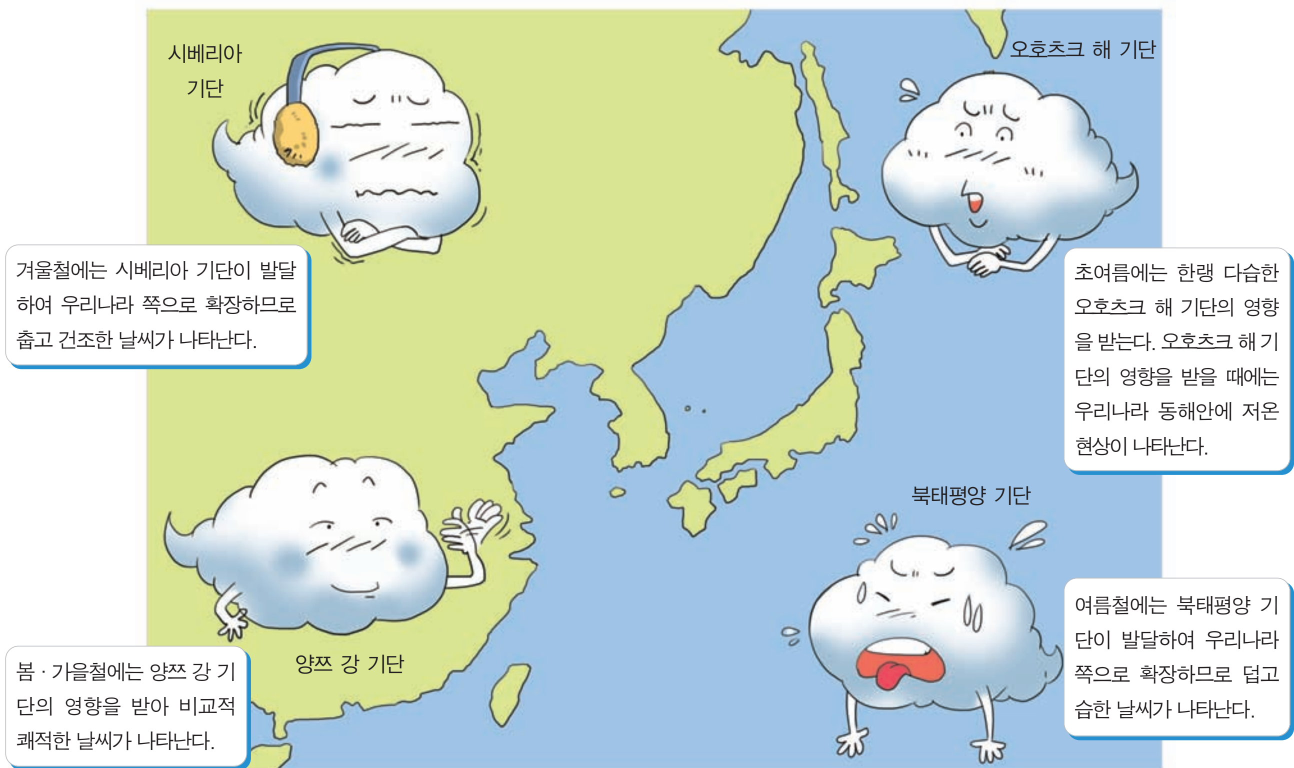
우리나라에서는 사계절이 뚜렷하게 나타나며, 며칠 동안 날씨가 맑았다가 흐려져서 비나 눈이 내리다가 다시 맑아지는 날씨가 되풀이되기도 한다. 날씨 변화가 나타나는 이유는 무엇일까? 또 날씨 변화를 어떻게 예측할 수 있을까?



기단과 전선

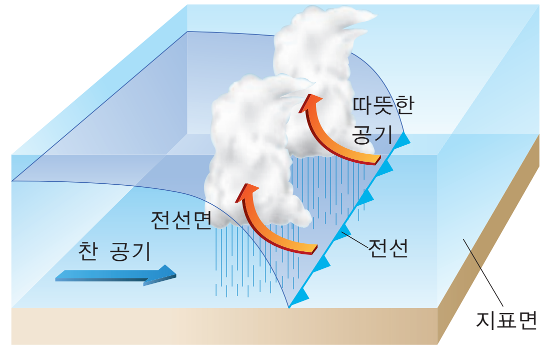
넓은 대륙이나 해양 위에 공기가 오래 머물러 있으면 지표면의 영향으로 기온과 습도가 비슷해진다. 이렇게 기온과 습도가 비슷한 큰 공기 덩어리를 **기단**이라고 한다. 우리나라에서 사계절이 뚜렷하게 나타나는 것은 계절마다 다른 기단의 영향을 받기 때문이다.

그림 Ⅲ-57 우리나라에 영향을 미치는 기단_ 북쪽에는 기온이 낮은 기단이 있고, 남쪽에는 기온이 높은 기단이 있으며, 서쪽에는 대륙에서 발생한 건조한 기단이 있고, 동쪽에는 해양에서 발생한 습한 기단이 있다.



기단은 발생한 지역에 계속 머물러 있는 것이 아니라 다른 지역으로 이동하면서 성질이 변하기도 하고, 또 성질이 다른 기단을 만나 서로 영향을 주고받기도 한다. 성질이 서로 다른 두 기단이 만나면 어떤 현상이 일어날까?

차가운 기단과 따뜻한 기단이 만나면 바로 섞이지 않고 경계면이 형성된다. 이렇게 성질이 다른 두 기단 사이의 경계면을 **전선면**이라고 하며, 전선면과 지표면이 만나서 이루는 선을 **전선**이라고 한다. 전선이 형성되는 원리를 알아보자.



❷ 그림 Ⅲ-58 전선면과 전선

해 보기 전선이 형성되는 원리 실험

|준비물|

수조(칸막이 있는 것), 찬물, 더운물, 색소(빨간색, 파란색)

|과정|

❶ 그림과 같이 수조 가운데에 칸막이를 설치한다.

❷ 수조의 한 칸에는 더운물을 넣고, 다른 칸에는 찬물을 넣는다.

❸ 더운물에는 빨간색 색소를 넣고, 찬물에는 파란색 색소를 넣는다.

❹ 칸막이를 천천히 들어 올린 후 수조 안의 변화를 관찰한다.



|해석| 창의 · 인성

1 찬물과 더운물은 어떻게 움직이며, 그 이유는 무엇인가?

2 차가운 기단이 따뜻한 기단 쪽으로 이동할 때 공기는 어떻게 움직이겠는가?

3 따뜻한 기단이 차가운 기단 쪽으로 이동할 때 공기는 어떻게 움직이겠는가?

위 실험에서 찬물과 더운물이 만났을 때 찬물은 더운물 밑으로 파고들고, 더운물은 찬물 위로 타고 올라가는 모습을 볼 수 있다. 또 찬물과 더운물은 바로 섞이지 않고 층을 이루며 경계면을 형성한다. 마찬가지로 성질이 다른 두 기단이 만날 때에도 바로 섞이지 않고 경계면(전선면)을 형성한다.



차가운 기단이 따뜻한 기단 쪽으로 이동하면서 따뜻한 기단 밑으로 파고들 때 형성되는 전선을 **한랭 전선**이라고 한다. 한랭 전선면에서는 찬 공기가 따뜻한 공기 밑으로 빠르게 파고들면서 따뜻한 공기를 위로 밀어 올리므로 강한 상승 기류가 생기고 전선면의 기울기가 급하다. 그 결과 위로 솟아오르는 적운형 구름이 발달하고, 좁은 지역에서 소나기성 비가 내린다. 한편, 한랭 전선이 통과하면서 풍향은 남서풍에서 북서풍으로 바뀌고, 차가운 공기가 다가와 기온이 낮아진다.

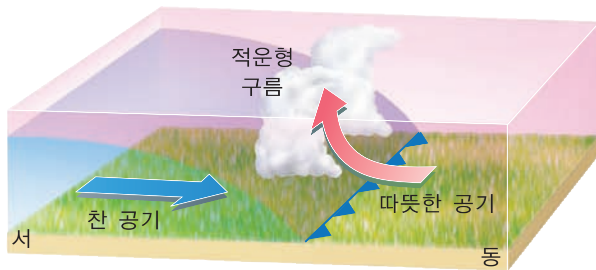


그림 Ⅲ-59 한랭 전선

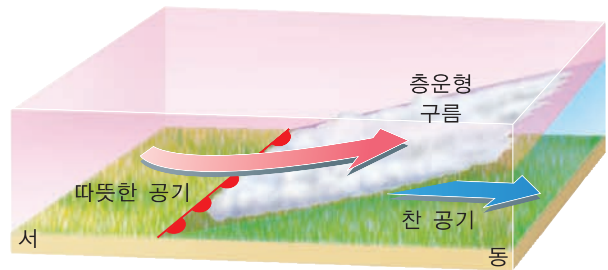


그림 Ⅲ-60 온난 전선

온난 전선과 날씨
전선면의 기울기가 완만한 온난 전선이 다가오면 층운형 구름이 나타나는데, 권운-권층운-고층운-난층운으로 구름의 높이가 점점 낮아져 비가 내린다.

따뜻한 기단이 차가운 기단 쪽으로 이동하면서 차가운 기단 위로 타고 올라갈 때 형성되는 전선을 **온난 전선**이라고 한다. 온난 전선면에서는 따뜻한 공기가 찬 공기 위로 천천히 타고 올라가므로 전선면의 기울기가 완만하다. 그러므로 두께가 얇고 넓게 퍼진 층운형 구름이 발달하고, 넓은 지역에 걸쳐 약한 비가 비교적 오랜 시간 동안 내린다. 한편, 온난 전선이 통과하면서 풍향은 남동풍에서 남서풍으로 바뀌고, 따뜻한 공기가 다가와 기온이 높아진다.

한랭 전선은 온난 전선보다 이동 속도가 빠르므로, 한랭 전선이 앞서 있던 온난 전선을 따라잡아 서로 겹쳐질 수 있다. 이와 같이 온난 전선에 한랭 전선이 겹쳐진 전선을 **폐색 전선**이라고 한다.

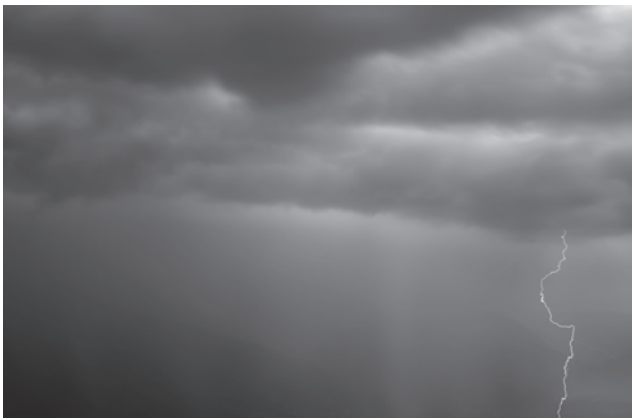

그림 Ⅲ-61 한랭 전선 부근의 날씨


그림 Ⅲ-62 온난 전선의 접근(햇무리)

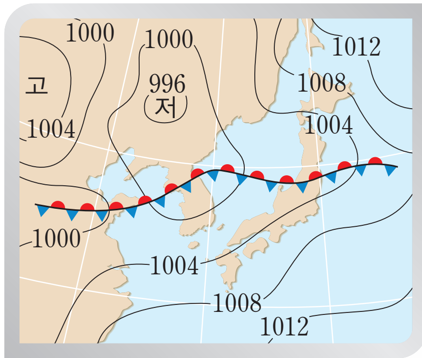
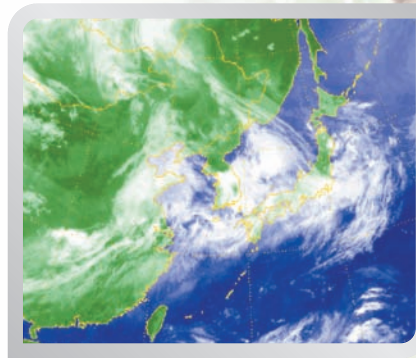


그림 Ⅲ-63 장마철 일기도


그림 Ⅲ-64 장마철 기상 위성 사진

한편, 두 기단의 세력이 비슷하여 전선이 거의 움직이지 않고 오랫동안 한 지역에 머무르는 경우가 있는데, 이러한 전선을 **정체 전선**이라고 한다. 초여름에 우리나라 부근에 장기간 머무르며 많은 비를 내리는 장마 전선은 정체 전선의 일종이다.

고기압과 저기압

기압은 가열 · 냉각 정도에 따라 달라지며, 하루 중에도 높아지기도 하고 낮아지기도 한다. 이때 주위보다 기압이 높은 곳을 **고기압**이라고 하며, 주위보다 기압이 낮은 곳을 **저기압**이라고 한다.

북반구의 고기압에서는 바람이 시계 방향으로 불어 나가고, 중심부에서는 공기가 하강하므로 구름이 소멸되어 맑은 날씨가 나타난다. 또 저기압에서는 바람이 시계 반대 방향으로 불어 들어가므로 중심부에서는 공기가 상승하여 구름이 생성되고 비나 눈 등 강수 현상이 나타난다.

이와 같은 고기압과 저기압은 대기 대순환의 영향을 받아 이동하면서 다양한 날씨 변화를 일으킨다.

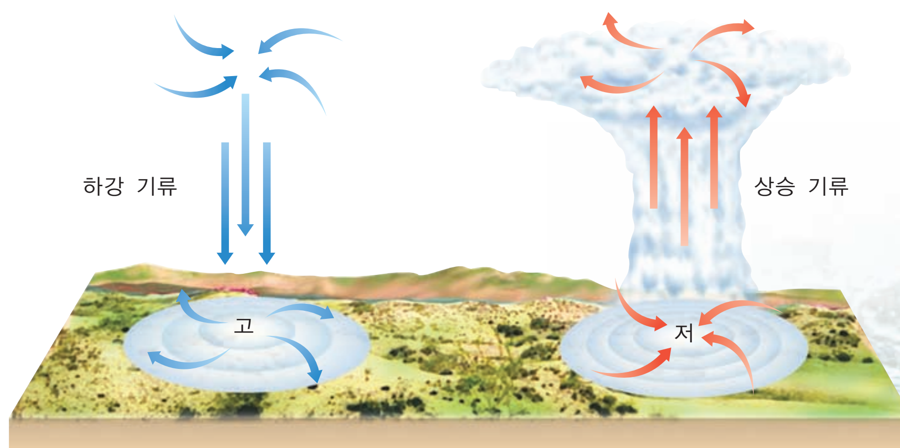


그림 Ⅲ-65 고기압과 저기압 주위에서의 바람의 방향(북반구)

온대 저기압의 이동
온대 저기압은 편서풍의 영향으로 서쪽에서 동쪽으로 이동하므로 일기 변화도 대체로 서쪽에서 동쪽으로 변한다.

저기압 중 중위도 지방에서 따뜻한 기단과 차가운 기단 사이에서 발생한 저기압을 **온대 저기압**이라고 한다. 온대 저기압의 남서쪽에는 한랭 전선이, 남동쪽에는 온난 전선이 발달한다.

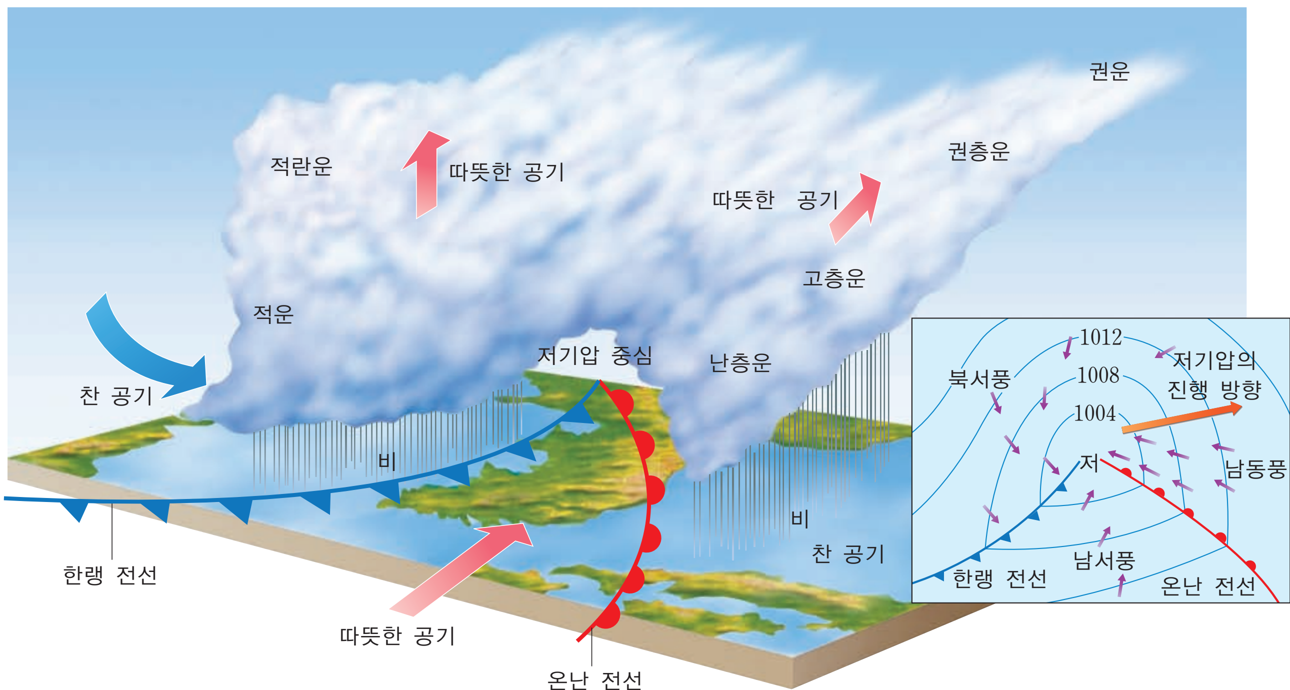


그림 Ⅲ-66 온대 저기압

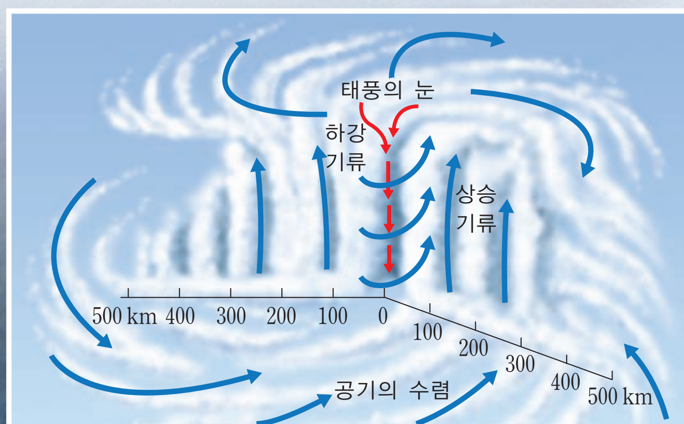


그림 Ⅲ-67 태풍의 구조

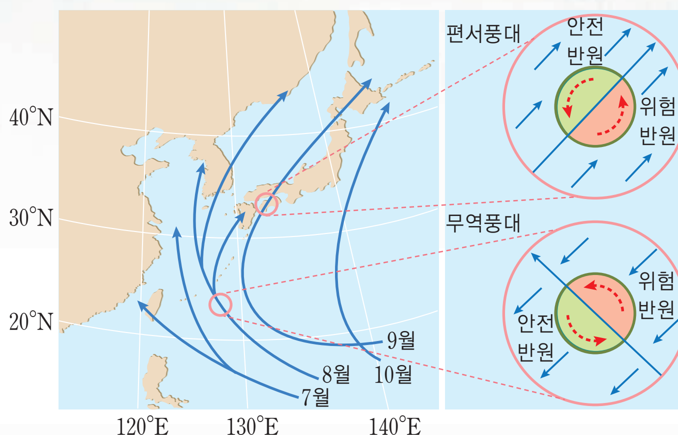
한편, 열대 지방의 바다 위에서 발생하는 저기압을 **열대 저기압**이라고 하며, 이 중 중심 부근의 풍속이 17 m/s 이상으로 강해진 것을 **태풍**이라고 한다. 태풍은 반지름이 약 500 km에 이른다. 태풍의 중심 쪽으로 갈수록 두꺼운 적운형 구름이 발달하지만 중심에서는 하늘이 맑고 바람이 약한 구역이 나타나는데, 이 구역을 **태풍의 눈**이라고 한다.

태풍, 어떤 현상인가?

적도 부근(위도 5°~25°)의 수온이 27℃ 이상인 북태평양 해상에서 발생하는 태풍은 반지름이 약 500 km에 이르고, 전체적으로 상승 기류가 발달하여 중심으로 갈수록 두꺼운 적운형 구름이 형성되어 있다.

태풍의 눈은 지름이 30~50 km 정도이며, 때로는 100~200 km에 이르는 경우도 있다. 태풍의 눈에서는 하강 기류가 발달하여 하늘이 맑고 바람이 약하다.

태풍은 발생 초기에는 무역풍의 영향으로 북서쪽으로 진행하다가 위도 25°~30° 부근에서 편서풍의 영향으로 진로를 바꾸어 북동쪽으로 진행하는 포물선 궤도를 그린다. 태풍이 진로를 바꾼 후에는 태풍의 진행 방향과 편서풍의 풍향이 일치하므로 이동 속도가 빨라진다. 태풍의 진행 방향에 대해 오른쪽 반원은 바람과 진행 방향이 일치하므로 풍속이 강하여 **위험 반원**이라고 하며, 태풍의 진행 방향에 대해 왼쪽 반원은 바람과 진행 방향이 반대이므로 풍속이 약하여 **안전 반원(가항 반원)**이라고 한다.



❷ 태풍의 진로와 위험 반원

태풍은 상승하는 공기 중의 수증기가 응결하면서 **숨은열**을 방출하여 공기를 계속 가열하므로 높은 곳(대류권 계면)까지 상승하게 된다. 에너지원은 수증기의 응결열이며, 태풍이 육지에 상륙하면 수증기의 공급이 끊기므로 세력이 급격히 약해진다.

강한 바람과 함께 많은 비를 내리는 태풍으로 농경지의 침수, 산사태, 가옥의 침수와 붕괴, 어선과 양식장의 파괴 등 많은 재산 피해는 물론이고, 인명 피해가 발생하기도 한다. 다음 표에서와 같이 우리나라에 영향을 미치는 태풍은 주로 7월에서 9월 사이에 발생한 태풍이며, 5월이나 10월에 발생한 태풍도 있다.

❸ 100년 동안 우리나라에 영향을 미친 태풍

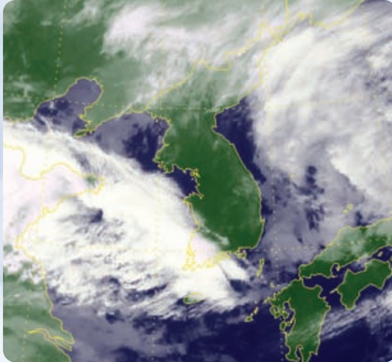
월	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	합계	연평균
횟수	–	–	–	–	2	20	93	121	80	8	–	–	324	3.2

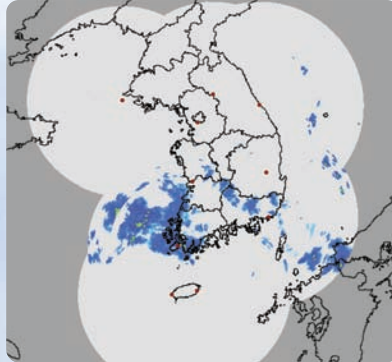


❹ 태풍에 의한 파도(제주도 서귀포)

일기도와 일기 예보

지도를 보면 실제로 가 보지 않은 지역의 여러 가지 지리적 정보를 얻을 수 있다. 지도에 그려진 등고선 분포로부터 지형을 알 수 있고, 철도와 도로 등 여러 가지 정보가 기호로 표시되어 있기 때문이다. 그렇다면 넓은 지역의 날씨는 어떻게 알 수 있을까?


위성 관측 자료(구름)


레이더 관측(강수)


일기도 작성 및 일기 분석 모습

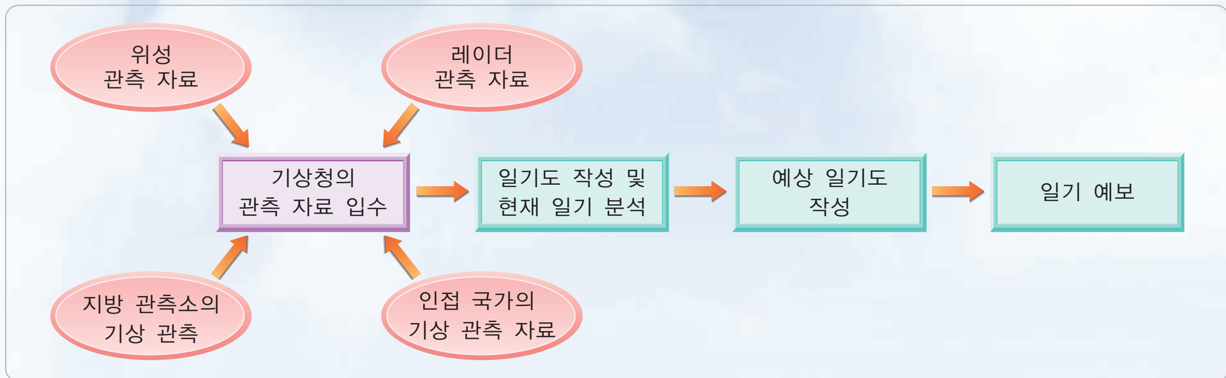


그림 Ⅲ-68 일기 예보의 과정


기상 정보 수집

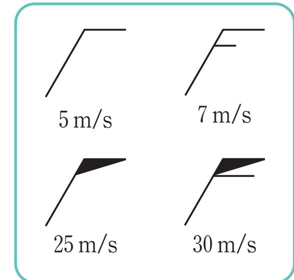


일기 예보

날씨를 예측하려면 넓은 지역의 날씨를 종합적으로 알고, 그 변화 경향을 분석해야 한다. 기상청에서는 여러 지역의 기상 관측소에서 얻은 기상 데이터를 이용하여 **일기도**를 그린다. 일기도에는 각 관측 지점의 기온, 습도, 풍향, 풍속 등을 일기 기호로 기록하고, 등압선을 그린 후 등압선 분석에 따른 고기압과 저기압, 전선 등을 표시한다.


더 자세히

풍속의 크기



풍향 / 풍속 / 일기 / 구름	구 름				일기				
	맑음	구름 조금	구름 많음	흐림	비	소나기	눈	안개	뇌우
	○	◑	◕	●	•	$\dot{\nabla}$	✳	≡	⌐↘

그림 Ⅲ-69 일기 기호

그 다음 일정한 시간 간격으로 작성된 일기도를 비교 · 분석하여 일기 변화의 경향과 규칙성을 찾아내고, 이를 토대로 **예상 일기도**를 작성한다. 예상 일기도가 작성되면 기상 위성 사진, 기상 레이더 자료 등을 종합하여 일기를 예측한 후 신문이나 방송을 통해 알린다. 최근에는 기상청 홈페이지나 인터넷의 검색 사이트에서도 기상 정보를 제공하고 있으며, 전문적인 기상 정보를 제공하는 회사도 있다.

과학 자료실 여러 종류의 일기 예보가 있다는 것을 아세요?



기상청에서는 생활의 편의와 위험 기상에 의한 피해를 줄이기 위해 다양한 형태의 예보를 발표하고 있다.

- **우리 동네 날씨**: 동네 예보는 전국을 3,500여 개의 구역으로 나누어 3시간마다 앞으로 3일 이내까지의 날씨를 제공한다.
- **이번 주의 날씨**: 주간 예보는 모레부터 6일간의 기온, 날씨 등을 매일 오전 6시와 오후 6시에 2회 발표한다.
- **1개월, 3개월 날씨**: 1개월 전망은 10일 간격, 3개월 전망은 1개월 간격으로 기압, 기온, 강수량 전망 등을 발표한다.
- **기상 현상으로 큰 피해가 예상된다면**: 호우, 대설, 폭풍 해일, 지진 해일, 태풍, 강풍, 풍랑, 황사, 건조, 한파, 폭염 등의 기상 현상으로 심각한 재해가 우려될 때 주의보나 경보와 같은 기상 특보를 발표한다.
- **거대한 태풍이 온다면**: 현재의 태풍 상황과 예상 진로, 세기 등을 수시로 발표한다.





탐구 활동 일기도와 일기 예보

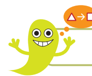
분석 / 예측

목·표

기상청 홈페이지에 접속하여 여러 가지 기상 자료를 보고, 현재의 날씨나 앞으로의 날씨를 분석할 수 있다.

준·비·물

인터넷에 접속할 수 있는 컴퓨터



과정

❶ 컴퓨터를 켜고 인터넷에 접속하여 기상청 홈페이지(http://www.kma.go.kr)에 들어간다.

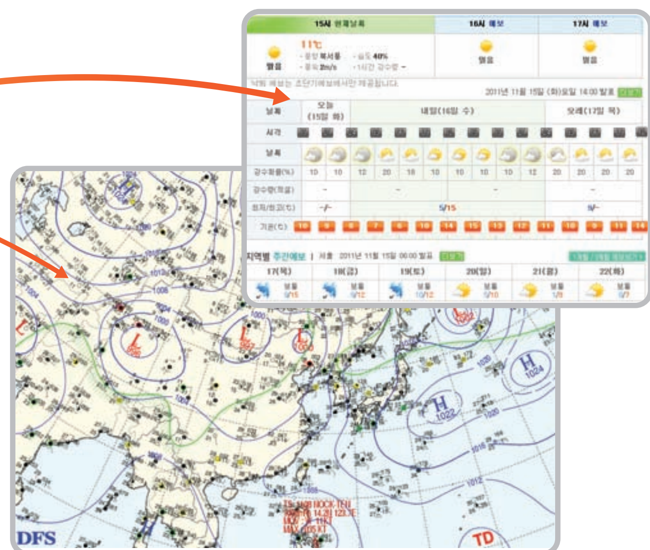
❷ [날씨] → [날씨 영상] → [분석 일기도] 순으로 눌러 최근 3일간 같은 시각의 일기도를 본다.

❸ [날씨] → [날씨 영상] → [기본 영상] → [천리안 기상 위성] → [아시아] → [적외 영상] 순으로 눌러 최근 3일간 같은 시각의 구름 분포를 본다.

❹ [날씨] → [날씨 영상] → [기본 영상] → [천리안 기상 위성] → [아시아] → [합성 영상] 순으로 눌러 최근 3일간 같은 시각의 강수 구역과 강수량 분포를 본다.

❺ 일기도와 위성 영상, 레이더 영상을 함께 보면서 날씨를 분석한다.





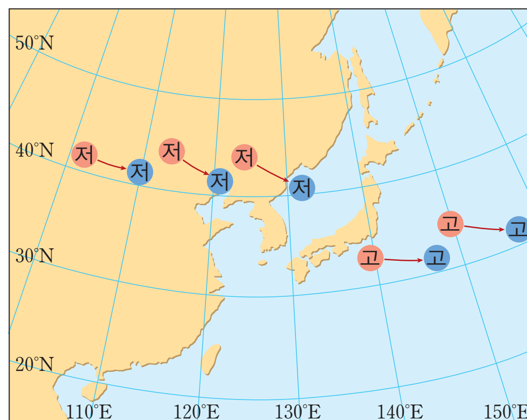
탐|구|도|우|미

일기도와 영상 자료를 인쇄하여 비교해 보는 것이 효과적이다.



결과 창의 · 인성

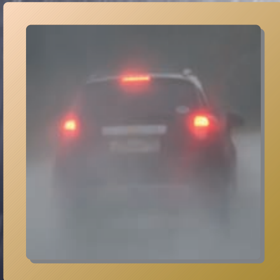
1 최근 3일간 같은 시각의 일기도, 위성 영상, 레이더 영상을 분석하여 변화 경향을 파악하고, 다음 예와 같이 내일의 고기압과 저기압의 예상 위치를 그려 보자.

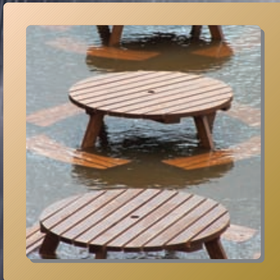


2 개략적으로 작성한 고기압과 저기압의 예상 위치를 토대로 기상 캐스터의 일기 예보 해설을 작성하여 일기 예보를 해 보자.



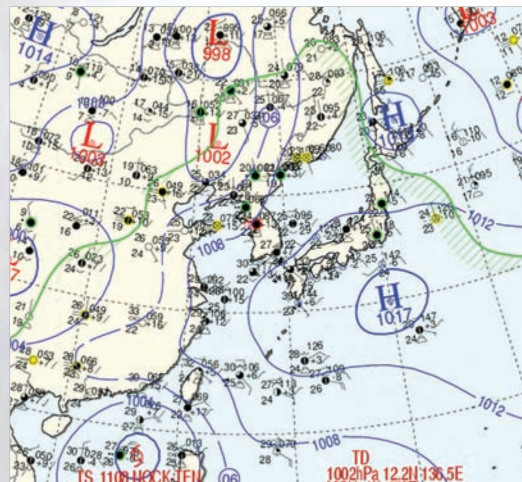
탐구의 확장 일기도 분석



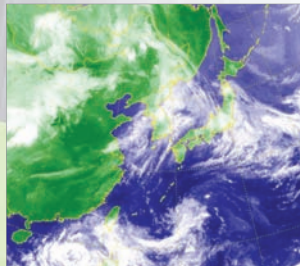


과정

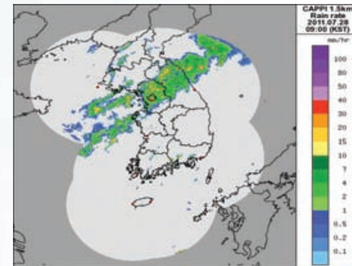
1 다음 그림은 서울을 비롯한 중부 지방에 집중 호우가 내렸던 2011년 7월 28일 09시의 일기 자료이다. 각 일기 자료를 보고 우리나라 부근의 일기를 분석해 보자.



일기도



기상 위성 사진



레이더 영상 사진

2 당시의 일기에 대한 기사를 검색해 보자.

해석

1 레이더 영상 사진에서 중부 지방에 동서 방향으로 걸쳐 있는 초록색 부분은 무엇을 의미하는가?

2 이날 우리나라 중부 지방의 기상 상황에 대한 기사를 검색하여 중부 지방에는 어떤 일이 일어났는지 조사해 보자.

우리나라의 계절별 기압 배치와 날씨

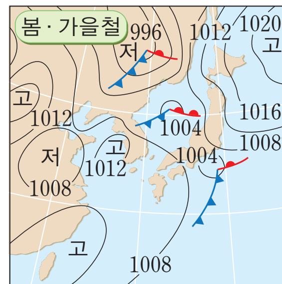
우리나라는 대륙과 해양이 만나는 중위도에 위치한다. 따라서 여러 기단의 영향을 번갈아 가며 받아 사계절이 뚜렷하고, 편서풍의 영향으로 일기 현상과 기압 배치가 서에서 동으로 이동한다.



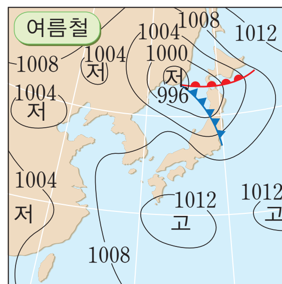
봄철_ 이동성 고기압이 3~4일 간격으로 통과하여 날씨 변화가 심하다. 때때로 대륙에서 시베리아 기단이 확장하면 꽃샘추위가 나타나고, 중국으로부터 모래 먼지가 편서풍을 타고 날아오므로 황사 현상이 나타난다.

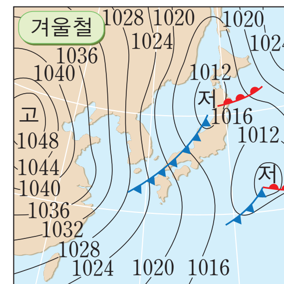


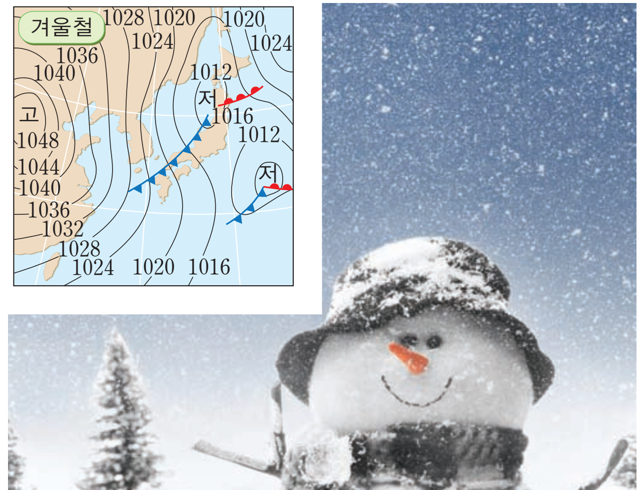
가을철_ 이동성 고기압이 연이어 통과하므로 맑고 선선한 날씨가 나타나며, 하루 중 기온의 일교차가 커서 안개가 자주 낀다.











여름철_ 초여름 장마 전선의 영향으로 많은 비가 내리는 경우가 많으며, 오호츠크 해 고기압이 쇠퇴하고 북태평양 고기압이 발달하면 장마가 끝나게 된다. 여름철에는 남고북저형 기압 배치로 남쪽에 위치한 북태평양 고기압의 영향을 받으므로 무덥고 습한 날씨가 나타난다. 또 열대 해상에서 발생한 태풍이 통과하기도 한다.

겨울철_ 시베리아 고기압의 확장으로 우리나라 서쪽에 고기압이 위치하여 서고동저형 기압 배치가 된다. 따라서 북서풍이 강하게 불어와 한랭 건조한 날씨가 된다. 시베리아 고기압의 확장으로 한파가 나타나며, 해안과 섬 지방에서는 폭설이 내리기도 한다.



날씨와 우리 생활

날씨는 우리 생활과 밀접한 관련이 있다. 날씨는 항공기나 선박의 운항에도 결정적인 영향을 미치며, 농업이나 어업은 물론 야외 행사나 여가 활동에도 많은 영향을 미친다. 따라서 일기 예보를 참고하여 계획을 세우고, 날씨를 살펴 가며 일을 진행하면 안전성, 경제성, 효율성 등을 높일 수 있다. 또 에어컨이나 난로 등의 계절 용품, 빙과류나 음료수 등의 생산량을 계획할 때에는 장기 예보를 참고하는 것이 좋다.

그림 Ⅲ-70 일기 예보의 이용


여행, 레저, 항공기 운항


농업


어업, 선박 운행

태풍이 지나가거나 호우 · 폭설이 내려 건물이 부서지고 과일이 떨어지며, 선박이나 항공기의 사고 등을 뉴스를 통해서 접하기도 한다. 이와 같이 태풍, 호우, 폭설, 강풍, 한파 등의 기상 현상으로 일어나는 피해를 **기상 재해**라고 한다.

그림 Ⅲ-71 기상 재해



기상 마케팅

날씨에 따라 생활하는 환경 여건이 달라지므로 사람들의 생활 방식도 달라진다. 일상생활이나 여가 활동 등에 필요한 물품들이 달라지고, 날씨에 따라 판매되는 상품의 종류와 판매량도 달라진다. 그러므로 정확한 기상 정보를 바탕으로 수요를 예측함으로써 생산량을 조절하여 이익을 늘리고, 재고를 줄일 수 있다.

날씨 변화를 예측하는 것은 우리 생활에 많은 편리함을 제공할 뿐만 아니라 사업의 성공을 가져다주는 필수적인 요소이다. 이에 따라 앞으로는 모든 산업 분야에서 기상 마케팅의 필요성이 커지고, 이를 전담하는 기상 마케터의 역할도 증대될 것으로 예상된다. 우리나라 경제는 수출과 수입이 매우 큰 비중을 차지하므로 기후 변화 정보와 세계의 기상 정보를 바탕으로 하는 기상 마케팅도 중요성을 더해 갈 것이다.

과학 자료실 - 기상 마케터





기상 정보를 바탕으로 판매 전략을 수립하여 적용하는 것을 기상 마케팅이라고 하며, 이 일을 하는 사람을 기상 마케터라고 한다. 기상 마케터는 기상 정보를 바탕으로 상품의 생산과 판매 전략을 세워 회사의 경영자나 담당자들에게 제공하는 일을 한다.

기상 마케팅의 필요성이 높은 상품에는 선풍기, 에어컨, 난로, 가습기 등의 계절 가전제품과 빙과류와 탄산음료 등이 있다. 또 농업이나 어업처럼 날씨의 영향을 많이 받는 업종의 상품도 이에 해당한다.

기상 마케팅_ 기상 정보는 여행, 레저, 기업 경영 등 다양한 분야에서 활용되고 있다.

자기 주도 학습

개념 확인하기

기상청에서 기상 재해가 예상될 때 발표하는 것은 무엇인가?

생활 속 문제 해결하기

기상청에서 기상 특보를 발표했을 때, 우리들이 해야 할 일은 무엇인가?

과학과 사회 현상 연관 짓기

기온이 높을수록 탄산음료의 판매가 증가하는 반면, 우유와 요구르트의 판매가 감소하는 이유는 무엇일까?

STEAM 융합

우리나라 최초의 기상 위성, '천리안'

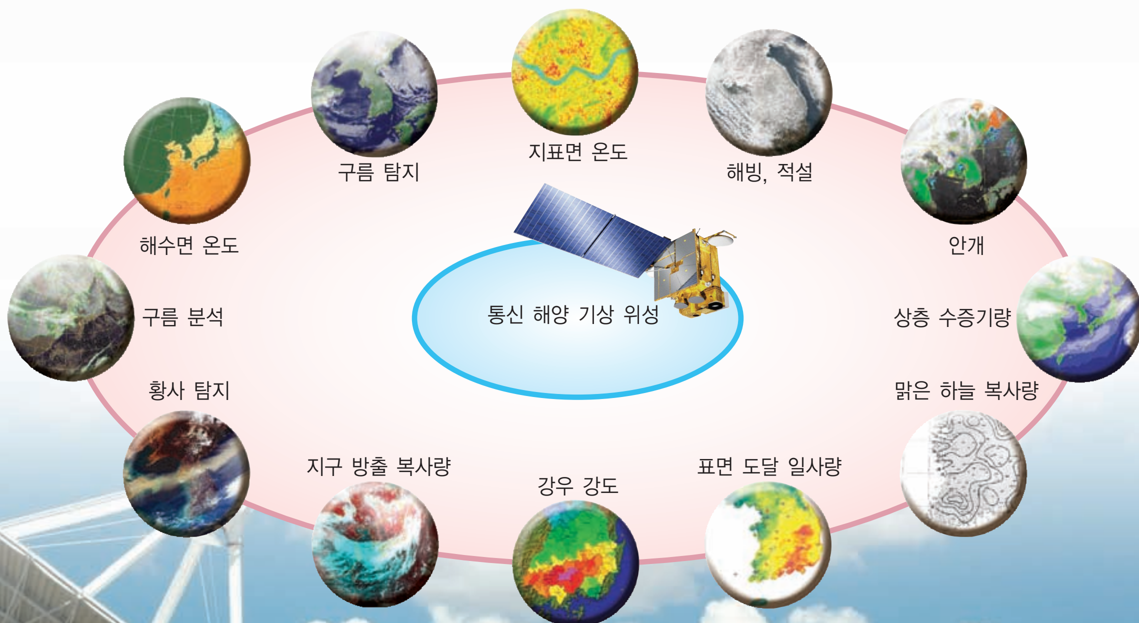
2010년 6월 27일 남아메리카에 있는 기아나 우주 센터에서 아리안 로켓에 실려 통신 해양 기상 위성 '천리안'이 발사되었다. 천리안은 우리나라 과학자들이 연구 개발하여 만든 최초의 기상 위성이며, 우리나라는 세계에서 일곱 번째로 기상 위성을 가진 국가가 되었다.

천리안 위성은 가시광선과 적외선을 이용하여 우리나라는 물론 아시아와 태평양 지역의 구름과 수증기 분포 및 이동, 지표와 해수면의 온도 등의 자료를 수집한다. 또 특정 지역을 집중적으로 관측할 수 있기 때문에 봄철의 황사 현상이나 여름철의 태풍 등에 의한 기상 재해에 더욱 신속하고 적절하게 대비할 수 있게 되었다.

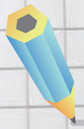
또한 천리안의 관측 자료를 이용하여 우리나라 주변의 해양 환경을 실시간으로 관측하고 파악하여 해양 자원의 관리와 환경 보전을 효과적으로 실시할 수 있다. 따라서 체계적으로 해양과 관련된 연구를 하게 되고, 나아가 기후 변화 등 지구 환경의 변화를 연구할 수 있는 자료를 얻을 수 있게 되었다.



천리안 위성이 보내온 사진_ 우리나라 부근으로 다가오는 태풍의 모습이 선명하게 보인다.

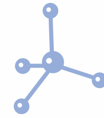


통신 해양 기상 위성이 하는 일



대단원 마무리

Ⅲ. 기권과 우리 생활


개념 정리하기

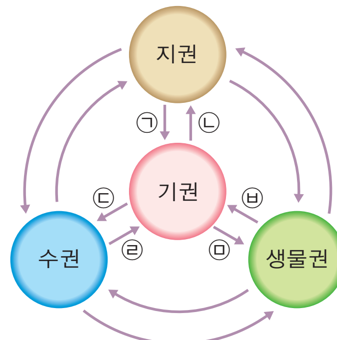
- 기권
  - 구조
    - 대류권
    - 성층권
    - 중간권
    - 열권
  - 복사 평형
  - 지구 온난화
  - 대기 중의 물
    - 수증기
      - 포화 수증기량
      - 이슬점
      - 상대 습도
      - 단열 팽창
      - 응결
    - 구름
    - 강수
      - 빙정설
      - 병합설
  - 기압과 바람
    - 바람
    - 고기압, 저기압
    - 대기 대순환
    - 해양 표층 순환
  - 날씨와 생활
    - 기단, 전선
    - 날씨 변화
    - 일기 예보

하강 기류
상승 기류
고
저

극고압대
극동풍
아한대 저압대
편서풍
아열대 고압대
북동 무역풍
적도 저압대
남동 무역풍

따뜻한 공기
적란운
따뜻한 공기
권운
저기압 중심
찬 공기
난층운
비
비
찬 공기
한랭 전선
따뜻한 공기
온난 전선

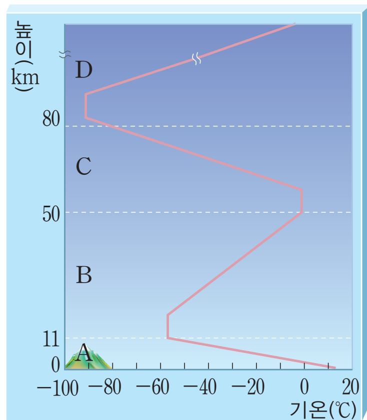
지구계에서 기권은 대기 대순환을 통해 다른 권과 끊임없이 상호 작용을 하고 있다. 오른쪽 그림에서 기권과 각 권의 상호 작용의 예를 한 가지씩만 들어 보시오.



개념 적용하기



[1~2] 그림은 높이에 따른 기권의 기온 분포를 나타낸 것이다.



1 대류 현상이 일어날 수 있는 구간을 모두 고르시오.

2 기상 현상이 일어나는 구간과 오존층이 자외선을 흡수하는 구간을 차례대로 고르시오.

3 지구로 입사되는 태양 복사 에너지 중 지구에 흡수되지 않고 반사되는 에너지의 비율로 옳은 것은?

① 0 % ② 30 %
③ 50 % ④ 70 %
⑤ 100 %

4 〈보기〉에서 적도에서 극으로 갈 때 그 값이 작아지는 것을 있는 대로 고르시오.

보기
ㄱ. 태양 고도
ㄴ. 지표면의 온도
ㄷ. 지표면에서 흡수되는 태양 복사 에너지
ㄹ. 지표면에서 방출되는 지구 복사 에너지

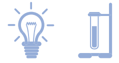
5 지구의 복사 평형에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 에너지의 이동이 가장 활발한 곳은 중위도이다.
② 에너지의 이동은 대기와 해수에 의해 일어난다.
③ 저위도가 에너지를 많이 받는 주된 이유는 태양으로부터의 거리가 가장 가깝기 때문이다.
④ 고위도에서는 입사되는 태양 복사 에너지의 양보다 방출되는 지구 복사 에너지의 양이 더 많다.
⑤ 지구가 일정한 온도를 유지하는 것은 지구가 태양으로부터 흡수한 것과 같은 양의 에너지를 방출하기 때문이다.

6 〈보기〉는 지구계 각 권에서 탄소가 존재하는 형태를 나타낸 것이다. 연결이 옳은 것을 있는 대로 고르시오.

보기
ㄱ. 기권 - 이산화 탄소 ㄴ. 수권 - 탄산
ㄷ. 지권 - 석회암 ㄹ. 생물권 - 유기물

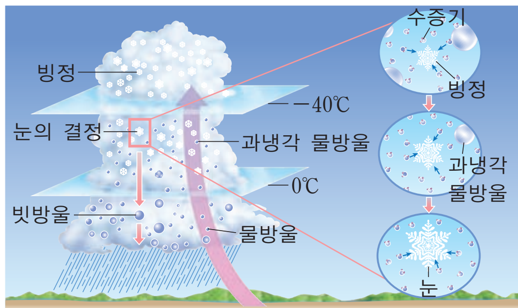
개념 적용하기



7 표는 A~E 지역에서 측정한 기온과 이슬점을 나타낸 것이다. A~E 중 상대 습도가 가장 낮은 지역은 어디인가?

지역	A	B	C	D	E
기온(℃)	10	15	20	20	20
이슬점(℃)	10	10	10	15	20

8 그림은 구름 입자가 성장하여 비가 내리는 과정을 나타낸 것이다.



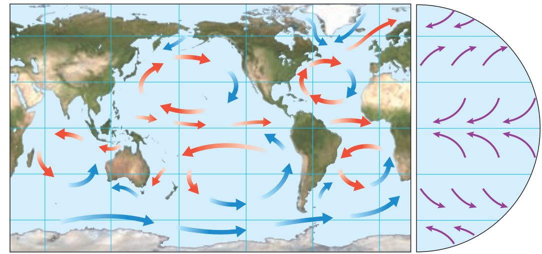
이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 온대 지방에서 내리는 비를 설명할 수 있다.
② 빙정이 커지는 층은 온도가 -40~0℃인 구름층이다.
③ 눈이 떨어지다가 따뜻한 대기층을 지나면 녹아서 비가 된다.
④ 과냉각 물방울 표면에 수증기가 응결하여 구름 입자가 커진다.
⑤ 이와 같은 과정으로 비나 눈이 내린다는 강수 이론을 빙정설이라고 한다.

9 기압과 바람에 대한 설명으로 옳은 것은?

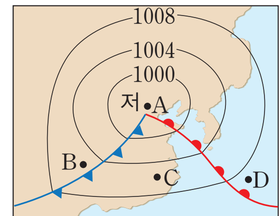
① 기압 차가 생기는 이유는 기온 차 때문이다.
② 바람은 고기압에서 저기압으로 똑바로 분다.
③ 1기압은 수은 기둥 76 m의 압력과 거의 같다.
④ 지표에서 높은 곳으로 갈수록 기압이 높아진다.
⑤ 해안에서 낮에는 육지에서 바다로 바람이 분다.

10 그림은 대기 대순환과 표층 해류를 나타낸 것이다.



해수의 표층 순환과 대기 대순환의 모습이 비슷하게 나타나는 이유는 무엇인가?

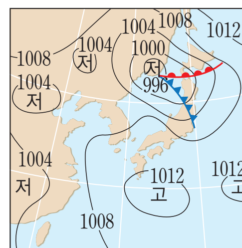
11 그림은 어느 날 우리나라 부근의 일기도이다. A~D 지점의 날씨에 대한 설명으로 옳은 것을 <보기>에서 모두 고르시오.



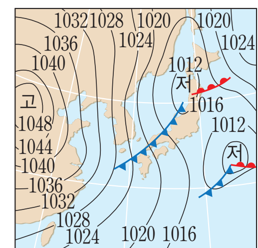
보기

ㄱ. 저기압 중심인 A 지점은 날씨가 맑다.
ㄴ. 북서풍이 불고 소나기가 내리는 곳은 B 지점이다.
ㄷ. 기온은 C 지점에서 가장 낮게 나타난다.
ㄹ. 층운형 구름에서 비가 내리는 곳은 D 지점이다.

12 그림 (가)와 (나)는 우리나라 주변에서 나타나는 계절에 따른 기압 배치이다.



(가)



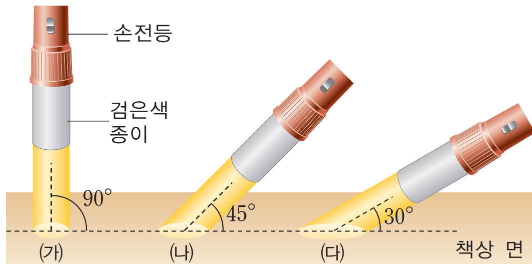
(나)

(가)와 (나)는 각각 어느 계절의 기압 배치이며, 이때 우리나라의 날씨에 영향을 미치는 기단은 각각 무엇인지 쓰시오.

개념 응용하기

탐구력 기르기

1) 다음 그림과 같이 손전등의 비추는 각도를 달리하여 책상 면을 비추어 보았다.



위의 그림 (가)~(다)에서 같은 면적이 받는 빛의 양을 등호나 부등호를 사용하여 비교하고, 그 이유를 서술하시오.

창의력 키우기

2) 대기 중 이산화 탄소의 농도가 증가할 때 지구의 복사 평형은 어떻게 변화하는지 서술하시오.

과학 글쓰기

3) 지구의 기온이 상승할 때 나타날 수 있는 현상에는 어떤 것들이 있는지 쓰시오.

탐구력 기르기

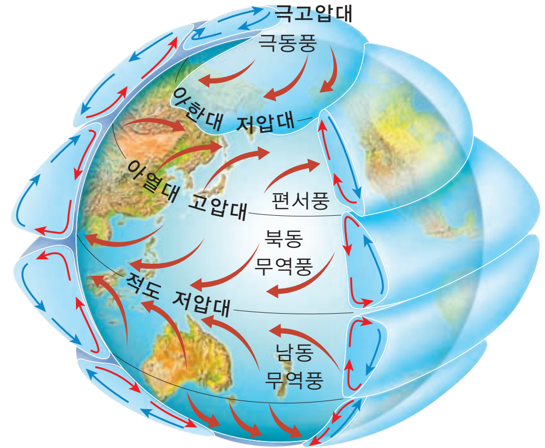
4) 표는 어느 날 시간에 따라 측정한 기온, 습도, 풍속의 변화이다.

측정 시각	기온(℃)	습도(%)	풍속(m/s)
12시	20	57	1
13시	21	56	1
14시	23	56	3
15시	22	59	3
16시	20	56	3

젖은 빨래가 가장 잘 마를 것으로 예상되는 시각과 그 이유를 쓰시오.

과학 글쓰기

5) 그림은 대기 대순환의 모습을 나타낸 것이다.



대기 대순환의 모습이 위의 그림과 같이 나타나는 이유를 서술하시오.

과학 글쓰기

6) 그림은 우리나라의 날씨에 영향을 미치는 기단을 나타낸 것이다.



우리나라에서 계절별로 나타나는 날씨의 특징을 기단과 관련지어 쓰고, 대표적인 계절상품에 대하여 서술하시오.

에이크만(Eijkman, C. ; 1858~1930)



에이크만은 네덜란드 출신으로서, 각기병의 원인을 밝혀내어 바이타민 연구의 실마리를 제공한 의사이자 병리학자이다.

에이크만은 닭을 두 그룹으로 나누어 각기병을 일으키는 실험을 하였다. 그중 백미를 먹여 키운 닭은 각기병에 걸렸지만, 현미를 먹여 키운 닭은 각기병에 걸리지 않았다. 이 실험을 통해 각기병의 원인은 쌀겨에 있는 어떤 종류의 물질이 부족해서 생긴다는 것을 확인했는데, 이 물질은 나중에 바이타민 B_1으로 밝혀졌다. 이 공로로 에이크만은 홉킨스(Hopkins, Sir F. G. ; 1861~1947)와 함께 1929년 노벨 생리 · 의학상을 받았다.

Ⅳ 소화·순환·호흡·배설

❖ 이 단원에서는

암벽 등반은 거대한 자연에 맞서 인간의 한계를 극복하는 레포츠이다.

간단한 등산 장비와 맨몸을 이용하여 가파른 암벽을 오르는 사람들을 보고 있으면 손에 땀을 쥐게 된다. 암벽 등반은 정신적, 육체적으로 엄청난 에너지를 요구한다. 우리 몸은 어떤 과정을 거쳐 에너지를 얻는 것일까?

이 단원을 통해 음식물 속의 영양소가 소화되고 흡수되어 혈액을 통해 세포로 전달되는 과정을 알아보자. 또 세포 호흡을 통해 에너지를 어떻게 얻게 되는지 이해하고, 노폐물이 몸 밖으로 배설되는 과정을 알아보자.

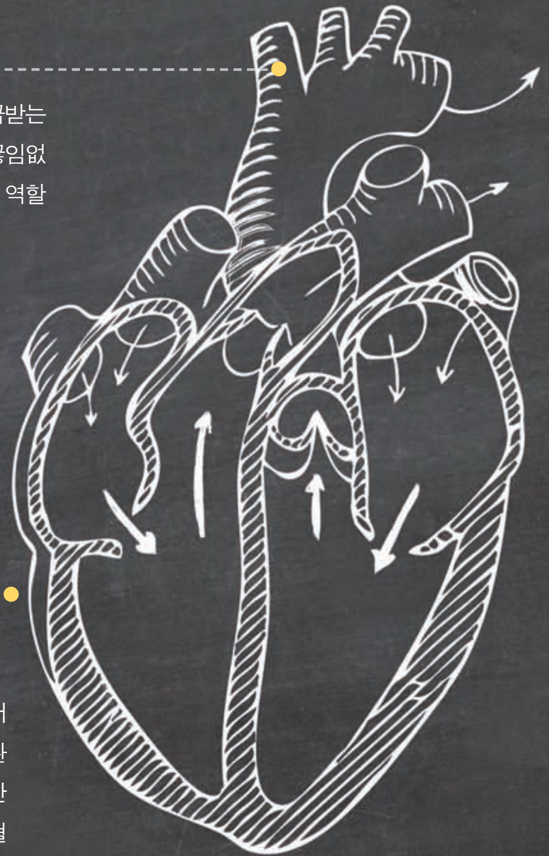
1

» 중단원 미리 보기

소화와 순환

혈관

생활에 필요한 깨끗한 물을 상수도를 통해 공급받는 것처럼 몸을 구성하는 세포도 영양소와 산소를 끊임없이 공급받아야 한다. 우리 몸에서 상수도와 같은 역할을 하는 것은 무엇일까?



심장

일반적으로 심장은 자기 주먹보다 조금 더 크다. 심장은 약 10만 km나 되는 긴 혈관에 혈액을 공급하기 위해 하루에 약 10만 번 이상 펌프질을 한다. 심장에서 나간 혈액은 어떤 경로를 거쳐 심장으로 다시 돌아오는 것일까?



우리는 날마다 음식물을 섭취하고 있다. 음식물이 입에서 출발하여 소화관을 지나는 긴 여행을 하는 동안 음식물 속의 영양소는 더 작은 영양소로 분해되어 우리 몸으로 흡수된다. 또한 이 영양소는 심장의 박동에 따라 혈액과 함께 긴 여행을 떠나야 한다. 음식물 속의 영양소는 어떻게 분해되고, 어떤 경로를 통해 조직 세포로 이동하는 것일까?



유산균

떠먹는 요구르트가 위에 들어가면 요구르트 안에 들어 있는 유산균의 일부만이 살아서 대장까지 이동한다. 유산균이 위액에 포함된 위산에 의해 죽기 때문이다. 유산균이 위산의 공격을 받지 않게 하려면 어떻게 해야 할까?

바이타민

바이타민 B군은 여드름으로부터 피부를 보호하는 데 도움을 주고, 바이타민 C는 감기에 걸렸을 때 회복을 도와준다고 한다. 바이타민의 좋은 점은 그 밖에 어떤 것들이 있을까?

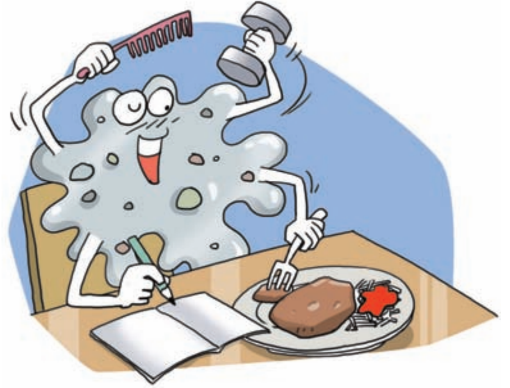
1-1 동물의 유기적 구성



학습 목표

- 동물체가 세포, 조직, 기관, 기관계의 유기적 단계로 구성되어 있음을 설명할 수 있다.
- 동물의 생명 유지 활동에 필요한 여러 가지 기능이 유기적으로 관련되어 있음을 설명할 수 있다.

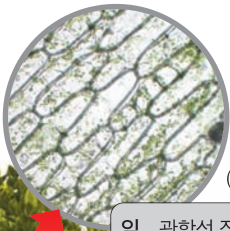
아메바나 짚신벌레와 같은 단세포 생물은 하나의 세포에서 먹이 섭취, 운동, 생식 등의 모든 기능이 이루어진다. 그러나 많은 세포로 이루어진 식물은 뿌리, 줄기, 잎 등과 같은 각 기관이 서로 다른 기능을 수행하고, 이러한 기능들이 유기적인 관계를 맺으면서 생명 현상이 효율적으로 나타난다. 그렇다면 동물은 어떻게 구성되어 있으며, 식물과는 어떤 차이가 있을까?



식물은 물과 이산화 탄소를 원료로 빛에너지를 이용하여 포도당과 같은 양분을 만든다. 뿌리에서 흡수된 물과 무기 염류는 줄기를 따라 잎까지 이동하며, 잎에서는 빛을 받아 광합성이 일어난다. 이처럼 식물은 뿌리, 줄기, 잎의 각 기관이 유기적으로 구성되어 있어서 광합성과 같은 생명 활동이 효율적으로 일어나고 있다. 또한 각 기관을 구성하는 세포는 그 기능에 적합한 형태로 이루어져 있다.

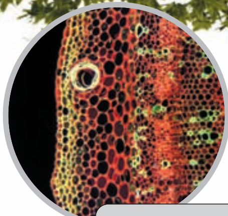
식물과 마찬가지로 동물의 몸을 구성하는 단위도 세포이다. 각 세포는 수행하고 있는 기능에 적합한 형태로 되어 있다. 같은 기능을 담당하는 세포들이 모여서 뼈나 근육을 만들고, 이들은 다시 팔이나 다리를 형성하여 몸을 이룬다. 이처럼 동물도 수많은 세포가 유기적으로 구성되어 있어서 효율적으로 생명 현상을 유지할 수 있다.

동물을 구성하는 세포에는 어떤 종류가 있으며, 세포가 모이면 무엇이 될까?



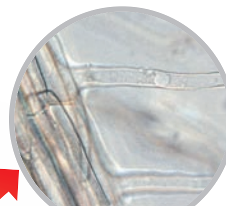
(×100)

잎 _ 광합성 작용



(×150)

줄기 _ 물과 양분의 이동 통로



(×100)

뿌리 _ 물과 무기 염류 흡수

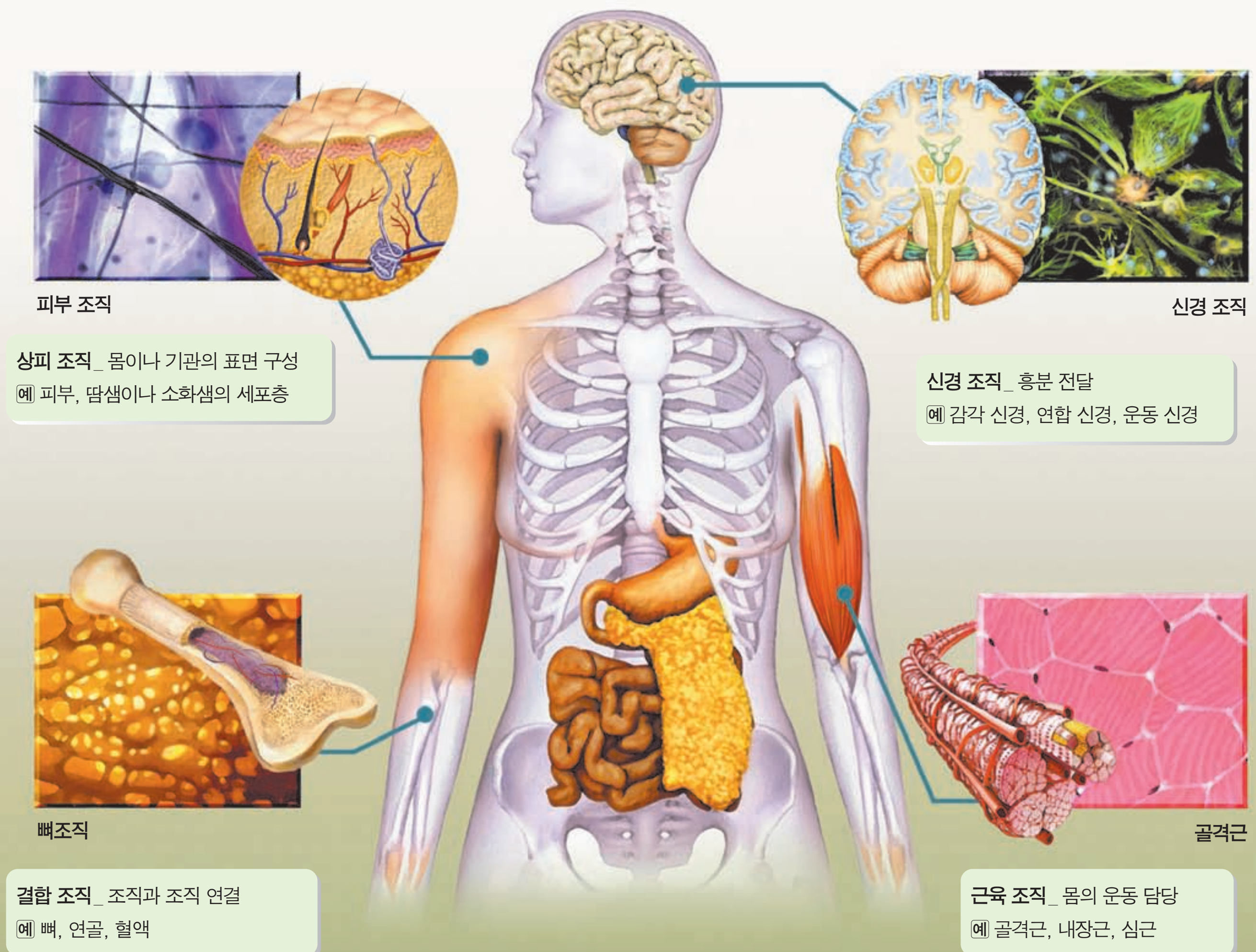
그림 Ⅳ-1 식물의 기관 _ 식물은 뿌리, 줄기, 잎의 각 기관이 유기적으로 구성되어 생명 활동이 효율적으로 일어난다.

세포와 조직

사람의 몸에는 보호 기능을 하는 피부, 운동 기능을 하는 근육, 지지 작용을 하는 뼈, 피부나 근육에 연결되어 자극과 반응에 관여하는 신경 등이 있다. 이들은 **세포**들이 모여서 만들어진 구조로서, **조직**이라고 한다. 하나의 조직을 이루는 세포들은 그 모양과 기능이 대부분 비슷하다. 그림 Ⅳ-2와 같이 동물 조직의 종류에는 상피 조직, 결합 조직, 근육 조직, 신경 조직이 있다.

피부와 같은 상피 조직은 몸이나 기관의 표면을 구성하고 있으며, 뼈와 같은 결합 조직은 우리 몸을 지탱하는 역할을 한다. 뼈에 붙어 있는 골격근과 같은 근육 조직은 운동을 담당하고 있으며, 신경 조직은 자극을 수용하고 반응에 필요한 흥분을 전달하는 기능을 한다.

그림 Ⅳ-2 동물의 조직_ 하나의 조직을 이루는 세포들은 모양과 기능이 대부분 비슷하다.



기관과 기관계

사람은 손을 이용하여 글씨를 쓰거나 물건을 잡는 등의 여러 가지 활동을 수행한다. 손은 뼈, 근육, 신경, 피부가 모여 이루어진다. 손과 같이 여러 종류의 조직들이 모여 이루어진 구조를 **기관**이라고 하는데, 각 기관은 제각기 일정한 형태와 독립적인 기능을 가진다.

우리 몸에는 팔과 다리, 심장이나 폐 등의 많은 기관이 있다. 이 중에서 서로 연관된 작용과 기능을 하는 기관들이 모여 **기관계**를 형성한다. 예를 들어 음식물의 소화와 관련된 기관으로는 입, 식도, 위, 소장, 대장, 간, 이자 등이 있으며, 이들을 통틀어 소화계라고 한다. 이 외에도 동물의 기관계에는 순환계, 호흡계, 배설계 등이 있다.



그림 Ⅳ-3 우리 몸의 구성 단계

세포
조직
기관
상피 세포
상피 조직
적혈구
결합 조직
근육 세포
근육 조직
신경세포
신경 조직
위

유기적 구성

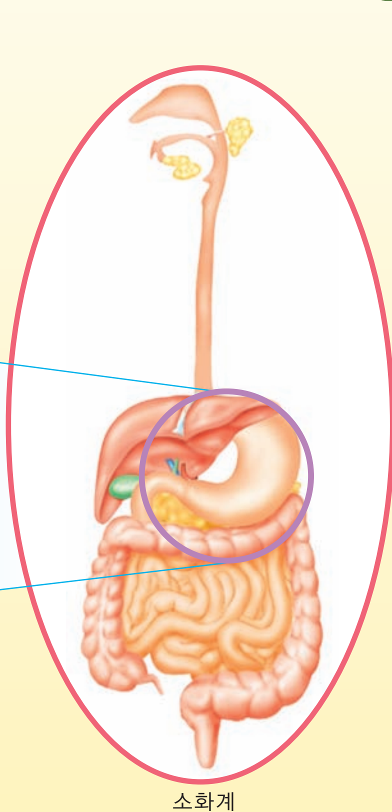
독자적으로 생명 활동을 하는 생물체를 **개체**라고 한다. 개체는 여러 종류의 기관계들이 모인 것으로 볼 수 있다. 개체를 구성하는 기관계들은 독립된 기능을 나타내지만, 이들은 서로 유기적인 관계를 맺으며 생명 활동을 수행한다. 따라서 한 부분의 기능에 이상이 생기면 다른 부분도 영향을 받게 된다.

다세포 생물인 동물은 세포, 조직, 기관, 기관계의 여러 단계를 거쳐 하나의 완전한 개체가 된다. 분화된 세포들이 모여 조직을 이루고, 기관과 기관계를 거쳐 하나의 완전한 개체를 형성하여 생명 활동이 효율적으로 일어날 수 있다. 이러한 구성 체계를 **유기적 구성**이라고 한다.

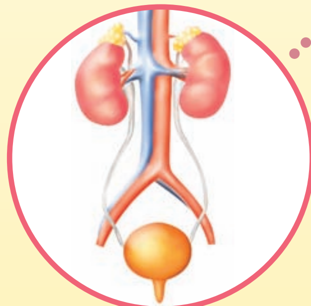
유기적
전체를 구성하는 많은 구성 요소들이 서로 긴밀하게 연관되어 있어 떼어낼 수 없는 것을 말한다.

잠깐 체크 폐가 속한 기관계와 방광이 속한 기관계는 각각 무엇인가?

기관계


소화계


호흡계


배설계

개체



자기 주도 학습

개념 확인하기
동물의 몸을 구성하고 있는 네 종류의 조직은 무엇인가?

응용 문제 해결하기
소화계, 순환계, 호흡계, 배설계 이외에 기관계의 종류를 써 보자.

과학과 생활 연관 짓기
간이나 이자를 소화계로 포함시키는 이유를 설명해 보자.

1-2 영양소의 종류와 기능



학습 목표

- 영양소의 종류와 기능을 설명할 수 있다.
- 음식물에 포함된 영양소를 검출할 수 있다.

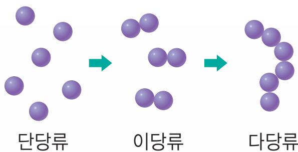
부모님은 남매인 현우와 현아의 남다른 식습관 때문에 걱정을 많이 하신다. 현우는 평소에 기름진 음식을 즐겨 먹고, 잠자기 전에 라면이나 빵을 자주 먹는다. 중학생인 현우의 허리둘레는 아빠보다 더 커졌고, 친구들과 운동을 할 때에는 몹시 힘들어한다.

현아는 편식하는 습관이 있어서 고기는 좋아하지만 야채와 과일은 싫어한다. 이 때문인지 사춘기에 접어든 현아의 얼굴은 요즘 들어 친구들보다 여드름이 많이 생겼다. 현우와 현아의 이러한 식습관은 건강에 어떤 영향을 미칠까?

음식물 속에는 우리 몸을 구성하고 에너지원으로 사용되거나 생리 작용을 조절하는 **영양소**가 들어 있다. 영양소는 우리 몸속에서 에너지원으로 사용되는 탄수화물, 지방, 단백질의 주영양소와 에너지원은 아니지만 우리 몸에 꼭 필요한 바이타민, 무기 염류, 물의 부영양소로 구분된다.

탄수화물의 종류

- 단당류: 포도당
- 이당류: 엿당, 설탕, 젖당
- 다당류: 녹말, 글리코젠, 셀룰로스



탄수화물

밥을 입에 넣고 오래 씹으면 단맛이 느껴진다. 밥알에 포함된 녹말은 단맛이 나지 않지만 엿당으로 분해되면 단맛이 느껴지기 때문이다. 엿당이 소장에서 다시 분해되면 포도당이 된다.

그림 Ⅳ-4 **3대 영양소**_ 우리 몸속에서 에너지원으로 사용되는 탄수화물, 지방, 단백질을 말한다.





탄수화물
탄소, 수소, 산소로 구성되며, 생물의 주요 에너지원이다. 기본 단위는 단당류로서, 쌀, 보리, 감자와 같은 곡류에 많이 들어 있다.

포도당은 우리 몸의 에너지원으로 사용되며, 1 g의 포도당이 분해되면 약 4 kcal의 열량을 낸다. 포도당은 간에서 글리코젠으로 바뀌거나 지방으로 바뀌어 지방 조직에 저장된다. 현우의 허리둘레가 커진 이유는 현우가 간식으로 섭취한 탄수화물의 일부가 지방으로 바뀌어 피하 지방 조직이나 내장 지방 조직에 저장되었기 때문이다.



인터넷 과학 세상

건강하고 안전한 식생활을 위한 영양 표시 정보에 대해 알아보자.

검색 | 영양 표시 정보 ▼

지방

추운 곳에 사는 이누이트들은 지방을 많이 섭취한다고 한다. 그 이유는 무엇일까? 지방은 1 g이 분해되면 약 9 kcal를 방출하는 고에너지원으로서, 겨울의 추위를 이기는 데 도움이 된다. 우리는 중성 지방을 보통 지방으로 간단히 표현한다. 지방 중 생선 기름, 식물성 기름과 같은 것은 상온에서 액체 상태이다. 이에 비해 버터, 마가린과 같은 지방은 상온에서 고체 상태이다. 상온에서 고체 상태인 지방이 혈관 안쪽에 쌓이게 되면 고혈압, 동맥 경화와 같은 질환에 걸리기 쉽다.

잠깐 체크 가정에서 사용하는 지방 중 상온에서 액체 상태로 존재하는 지방에는 무엇이 있는가?

열량

열에너지의 양으로 단위는 보통 칼로리(cal)로 표시한다.
1 kcal=1,000 cal



더 자세히

스테로이드

지방의 한 종류이며 콜레스테롤이 대표적인 예이다. 체내에 콜레스테롤이 많아지면 해롭지만, 쓸개즙이나 성호르몬 성분으로 이용되기도 한다.



지방

탄소, 수소, 산소로 구성되며, 탄수화물이나 단백질보다 약 두 배의 에너지를 내는 고에너지원이다. 기본 단위는 지방산과 글리세롤로서, 땅콩, 참깨, 버터 등에 많이 들어 있다.



단백질

탄소, 수소, 산소, 질소로 구성되며, 우리 몸을 구성하고 생리 기능을 조절한다. 기본 단위는 아미노산으로서, 살코기, 생선, 콩 등에 많이 들어 있다.

 **필수 아미노산**

체내에서 합성하지 못해 반드시 음식물을 통해서 흡수해야 하는 아미노산을 말한다. 20가지의 아미노산 중에서 성인의 경우에는 8가지, 어린이의 경우에는 10가지가 필수 아미노산이다.

단백질

단백질은 세포를 구성하는 물질로서, 우리 몸의 약 16 %를 차지하는 중요한 영양소이다. 현우, 현아와 같이 성장기에 있는 청소년이나 임신부는 단백질을 많이 섭취해야 한다. 생장할 때와 태아가 자랄 때 세포가 많이 만들어져야 하기 때문이다. 또한 단백질은 효소나 일부 호르몬의 성분이 된다. 효소는 세포 안에서 생명 활동을 조절하는 데 꼭 필요하며, 호르몬도 생리 기능을 조절하는 데 중요하다. 그리고 단백질은 에너지원으로도 사용되는데, 1 g이 분해되면 약 4 kcal의 열량을 낸다. 따라서 단백질은 생명 유지에 매우 중요한 영양소라고 할 수 있다.

녹말이 포도당의 결합체인 것처럼 단백질은 아미노산의 결합체이다. 즉, 작은 구슬을 꿰어 긴 목걸이를 만드는 것처럼 아미노산들이 세포에서 결합하여 큰 분자인 단백질로 만들어진다. 아미노산 종류에는 20가지가 있으며, 체내에서 합성되지 못하는 아미노산은 반드시 음식물을 통해 섭취되어야 한다.

보충·심화 

밥 대신 캡슐?



우주인들이 우주에 나가면 여러 영양소가 들어 있는 캡슐을 먹는다. 몸에 꼭 필요한 필수 영양소들로 만들어진 캡슐이지만 실제 오랫동안 캡슐만 섭취하면 소화 기관의 불안정, 영양 공급 체계의 혼란 등이 생긴다고 한다. 그래서 건조 식품이나 액체 식품도 필수적으로 섭취해야 한다. 이론상으로는 캡슐 안에 생명 유지에 필요한 필수 영양소들이 다 들어 있지만, 음식물을 섭취하여 소화시킨 후 필요한 영양소를 흡수하는 것과 비교하면 부족한 점이 많다.

일정량의 음식물을 섭취하여 입에서는 씹는 운동이 이루어지고, 위와 장은 근육 운동을 하며 음식물을 소화하는 역할을 해야 정상적인 신체의 리듬을 유지할 수 있다. 이러한 신체의 활동을 모두 충족시킬 수 있는 캡슐이 개발된다면 캡슐만 먹고 사는 것이 가능하겠지만 아직은 현실성이 부족한 이야기이다.

우주 비행을 마치고 지구로 귀환한 우주인들은 우주 음식 식단에서 일반 음식 식단으로 곧바로 돌아가지 않고 적응기를 거친다고 한다.



우리가 섭취하는 3대 영양소의 양이 부족할 때에는 몸에 저장되어 있는 탄수화물, 지방, 단백질이 에너지원으로 사용된다. 따라서 식사량을 줄이거나 에너지 소모량이 많아지면 살이 빠진다. 그러나 3대 영양소의 흡수량이 지나치게 부족하면 효소나 호르몬이 만들어지지 않아 생리 기능이 잘 조절되지 않음으로써 건강을 잃게 될 수도 있다.

음식물의 종류에 따라 3대 영양소의 종류와 함유량이 다르다. 따라서 3대 영양소의 비율이 적절하게 유지될 수 있도록 음식을 골고루 섭취하는 것이 좋다.

우리가 즐겨 먹는 음식물 속에 어떤 영양소가 포함되어 있는지 알아보자.



그림 Ⅳ-5 5대 영양소의 기능

보충·심화

고소한 맛의 양면성

우리가 먹는 과자는 주로 감자나 옥수수의 녹말로 만든다. 녹말의 맛은 담백하기 때문에 녹말만으로 된 과자는 소비자의 선택을 받기 어렵다. 그렇다면 소비자를 유혹하는 비결은 무엇일까? 바로 달콤한 맛과 고소한 맛을 첨가하는 것이다.

고소한 맛은 대부분 식물성 지방을 첨가하여 얻는다. 그런데 식물성 지방은 액체이므로 녹말로 된 과자에 식물성 지방을 첨가하면 흘러내려 과자를 먹는 사람의 손을 더럽히는 문제점이 발생한다. 그렇다고 고체인 동물성 지방을 사용하면 손에 묻지는 않겠지만, 독특한 냄새 때문에 소비자가 외면할 것이다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 액체인 식물성 지방을 고체로 바꾸게 되었으며, 이렇게 바꾼 것을 트랜스 지방이라고 한다.

트랜스 지방이 혈관에 쌓이면 각종 심혈관계 질환 발병률이 높아지는 것으로 알려져 있다. 그러므로 고소한 맛의 뒤에는 심장병이나 비만, 동맥 경화라는 질병에 걸릴 위험이 도사리고 있는 것이다. 2004년 덴마크 정부에서는 트랜스 지방 함유량이 2 %를 넘는 가공 식품의 유통을 금지시켰고, 우리나라에서도 트랜스 지방 섭취량을 줄이는 노력을 하고 있다.





탐구 활동 음식물 속에 포함된 영양소 검출

실험(동영상)

목·표

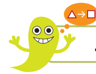
음식물에 3대 영양소 중 어떤 영양소가 포함되어 있는지 설명할 수 있다.

준·비·물

사과 주스, 숭늉, 달걀흰자, 식용유, 증류수, 아이오딘-아이오딘화 칼륨 용액, 베네딕트 용액, 1 % 황산 구리 수용액, 5 % 수산화 나트륨 수용액, 수단 Ⅲ 용액, 홈판, 시험관, 시험관대, 시험관 집게, 알코올램프, 스포이트

유·의·점

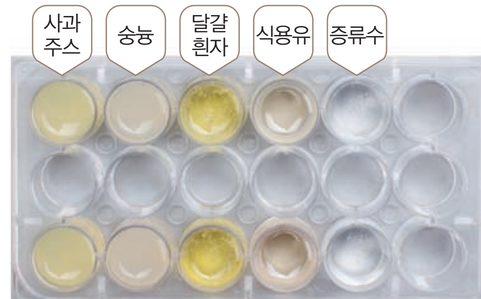
1. 시약별로 스포이트를 따로 사용하여 다른 시약이 섞이지 않도록 한다.
2. 알코올램프로 가열할 때 시험관을 비스듬히 기울이고 입구가 사람 쪽으로 향하지 않게 주의한다.



과정

❶ 홈판의 두 줄에 사과 주스, 숭늉, 달걀흰자, 식용유, 증류수를 각각 소량씩 넣어 준비한다.

❷ 시험관 A에는 사과 주스, 시험관 B에는 숭늉, 시험관 C에는 달걀흰자, 시험관 D에는 식용유, 시험관 E에는 증류수를 넣어 두 세트를 준비한다.





❸ 홈판의 첫 번째 줄에 아이오딘-아이오딘화 칼륨 용액을 한 방울씩 떨어뜨리고 색깔 변화를 관찰한다.



❹ 홈판의 다른 한 줄에는 1 % 황산 구리 수용액과 5 % 수산화 나트륨 수용액을 한 방울씩 넣고 색깔 변화를 관찰한다.



❺ 시험관 한 세트에 베네딕트 용액을 한 방울씩 넣고 알코올램프로 가열하여 색깔 변화를 관찰한다.



❻ 남은 시험관 한 세트에는 수단 Ⅲ 용액을 한 방울씩 넣고 흔든 후 색깔 변화를 관찰한다.

결과

다음은 영양소의 종류에 따른 색깔 변화를 나타낸 것이다.

베네딕트 반응 (포도당 검출)	아이오딘 반응 (녹말 검출)	뷰렛 반응 (단백질 검출)	수단 Ⅲ 반응 (지방 검출)
황적색	청람색	보라색	선홍색

> **탐 | 구 | 도 | 우 | 미**
> 뷰렛 반응
> 1 % 황산 구리 수용액과 5 % 수산화 나트륨 수용액을 이용하여 단백질을 검출하는 반응

과정 ❸~❻의 홈판과 각 시험관에서 나타나는 색깔 변화를 관찰하고, 그 결과를 표에 기록한다.

구분	사과 주스	숭늉	달걀흰자	식용유	증류수
아이오딘 반응					
뷰렛 반응					
베네딕트 반응					
수단 Ⅲ 반응					

해석 창의 · 인성

1 위의 색깔 변화 표를 참고하여 음식물에 포함되어 있는 영양소의 종류를 정리해 보자.

구분	사과 주스	숭늉	달걀흰자	식용유	증류수
영양소					

2 3대 영양소를 골고루 흡수하려면 음식을 어떻게 섭취해야 하는지 토의해 보자.

탐구의 확장 지방의 검출 방법

지방을 검출할 때에는 붉은색의 수단 Ⅲ 용액의 색깔 반응을 이용한다. 그런데 이 방법으로 반응 전후에 색깔 구별이 잘 되지 않아 지방을 확인하기 어려운 경우가 있다. 이때에는 음식물을 종이에 대고 문질러 얼룩이 생기는지 관찰하여 판단한다. 종이에 얼룩이 생기면 지방이 있는 것으로 판단할 수 있다.



땅콩의 지방 검출_ 땅콩을 신문지에 문지르면 신문지에 얼룩이 생긴다. 이 얼룩을 통해 땅콩 속에는 지방 성분이 함유되어 있다는 것을 확인할 수 있다.



바이타민

과일과 야채를 잘 먹지 않는 현아의 피부에 나타나는 증상은 바이타민 부족과 관련이 있지 않을까?

바이타민이라는 용어는 각기병에 대한 연구를 하면서 처음 쓰이게 되었다. 흰 쌀만 먹여 키운 닭은 각기병에 걸려 제대로 걷지 못하지만, 쌀눈이 있는 현미를 먹여 키운 닭은 각기병에 걸리지 않았다. 이러한 사실을 통해 닭에게 현미를 먹이면 각기병이 치료되는 것을 알고 현미의 쌀눈에서 각기병을 막아 주는 물질을 찾아내어 생명의 물질이라는 뜻으로 **바이타민**이라고 부르기 시작하였다. 각기병 연구를 통해 바이타민은 적은 양으로도 중요한 생리 기능을 담당한다는 사실을 알게 되었다. 그 후 여러 종류의 바이타민들이 발견되었고, 바이타민이 부족하면 독특한 결핍증이 나타나는 것을 알게 되었다.

최근에는 바이타민을 과다하게 섭취할 경우에 나타나는 부작용에 대한 연구가 활발하게 이루어지고 있다. 바이타민은 섭취량에 따라 결핍증과 과다증이 나타날 수 있기 때문에 권장량을 지킬 필요가 있다.

바이타민 B 복합체(군)
바이타민 B_1, B_2, B_6, B_{12} 등은 기능이 각각 다르지만, 보통 같은 음식물에 함께 존재하므로 이들을 바이타민 B 복합체(군)라고 한다.

표 Ⅳ-1 바이타민 종류와 기능

구분	종류	기능	결핍증	과다증
수용성 바이타민	B_1	세포 호흡 조절	각기병	
	B_2	정상적인 생장	구내염	
	C	이와 잇몸의 건강 유지	괴혈병	복통, 설사
지용성 바이타민	A	시력 유지, 골격 형성	야맹증	골다공증, 현기증
	D	뼈와 이의 칼슘 흡수 촉진	구루병	생장 지연, 설사
	E	생식 세포 형성	불임증	두통, 설사, 피로
	K	혈액 응고 작용에 필요	혈액 응고 지연	빈혈, 황달

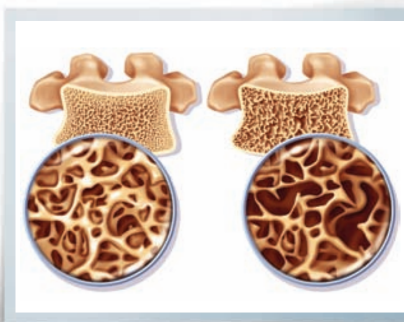

그림 Ⅳ-6 정상인(왼쪽)과 골다공증 환자(오른쪽)의 뼈


그림 Ⅳ-7 각기병_ 바이타민 B_1 결핍증


그림 Ⅳ-8 구루병_ 바이타민 D 결핍증



무기 염류

우유는 성장기 아이들에게 권장하는 대표적인 식품이다. 우유 속의 칼슘이 뼈의 생장 및 뼈 건강을 지켜 주기 때문이다.

또 임신부는 철분제를 따로 복용하기도 하는데, 이는 임신부에게 나타날 수 있는 빈혈을 예방하기 위해서이다. 임신부에게 필요한 철분이 부족하면 헤모글로빈 생성량이 감소하여 빈혈이 나타나게 된다.

칼슘, 철분과 같이 몸을 구성하고 생리 작용을 조절하는 물질을 **무기 염류**라고 한다. 무기 염류는 바이타민과 마찬가지로 체내에서 만들어지지 않으므로 음식물을 통해 섭취해야 한다. 무기 염류가 부족하면 독특한 결핍증이 나타날 뿐만 아니라, 양이 많으면 과다증이 나타나게 된다. 예를 들어 나트륨과 칼륨은 정상 혈압을 유지해 주지만, 양이 많아지면 신경에 문제가 생기거나 고혈압이 될 수 있다.



그림 Ⅳ-9 무기 염류의 기능

물

물은 몸무게의 약 66 % 로서, 인체를 구성하는 물질 중 가장 많은 양을 차지하며, 생리 기능을 조절하는 데 꼭 필요한 물질이다. 물은 비열이 커서 체온을 유지하는 데 중요한 역할을 한다. 또한 여러 가지 물질을 용해시켜 생명 활동이 잘 일어날 수 있도록 한다. 따라서 생명 현상이 잘 유지되려면 체내에 물의 양이 항상 일정하게 유지되어야 한다.

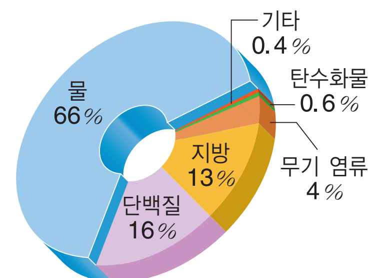


그림 Ⅳ-10 우리 몸의 구성 성분비

자기 주도 학습

개념 확인하기
동물성 지방과 식물성 지방 중 과다하게 섭취할 경우 동맥 경화를 유발할 수 있는 것은 무엇인가?

생활 속 문제 해결하기
3대 영양소에 비해 바이타민과 무기 염류의 필요량은 어떻게 다른가?

과학과 생활 연관 짓기
비만인 사람이 다이어트(식이 요법)를 하거나 운동을 하면 살을 뺄 수 있는 이유를 간단히 설명해 보자.

1-3 소화와 흡수



학습 목표

- 소화관에서 음식물의 소화가 일어나는 과정을 설명할 수 있다.
- 최종 소화 산물이 흡수되고 이동하는 과정을 설명할 수 있다.

승훈이는 가마우지에 대한 다큐멘터리를 보면서 어미 새의 자식 사랑에 깊은 감명을 받았다. 바다로 나갔던 어미 가마우지가 여러 마리의 물고기를 잡아 삼킨 다음 어린 새끼가 있는 둥지로 돌아온다. 허기진 어린 새끼들은 어미의 부리를 쪼면서 먹이를 달라고 보챈다. 어미는 커다란 물고기를 소화시키지 못하는 새끼들에게 위 속에서 어느 정도 소화되어 부드럽게 변한 물고기를 토해 내어 먹인다.

다큐멘터리를 보는 동안 승훈이는 자신의 어릴 때 모습을 상상해 본다. 어머니는 젖을 떼기 위해 어린 자신에게 부드럽게 죽을 만들어서 먹였을 것이다. 왜냐하면 맨밥을 그냥 먹이면 소화를 시키지 못하기 때문이다. 중학생이 된 지금도 밥을 먹을 때마다 어머니로부터 꼭꼭 씹어 먹으라는 말을 듣는다. 실제로 밥을 급하게 먹을 때보다 꼭꼭 씹어 먹을 때가 위에 부담이 적다.

어미 가마우지와 어머니의 행동에는 기계적 소화를 대신해 주는 공통점이 있지 않을까?

그림 Ⅳ-11 가마우지_ 어미 가마우지는 물고기를 잡아 삼킨 다음 위 속에서 어느 정도 소화된 물고기를 토해 내어 어린 새끼에게 먹인다.

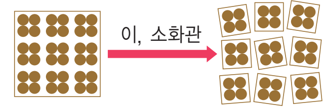
소화의 종류

'그림의 떡'이라는 속담이 있다. 그림 속에 아무리 맛있는 떡이 있어도 먹을 수 없는 것처럼 음식물 속에 좋은 영양소가 들어 있어도 소화를 시키지 못하면 몸 안으로 흡수할 수 없다. 음식물을 소화시키는 것은 영양소를 흡수하기 위한 과정에 해당한다. 소화는 음식물 속의 영양소를 흡수할 수 있는 형태로 변화시키는 과정이다. 이러한 소화는 큰 음식물 덩어리를 잘게 부수는 것으로부터 시작되는데, 이와 같은 작용을 **기계적 소화**라고 한다. 기계적 소화가 일어날 때 음식물의 크기는 변하지만 영양소의 성질은 변하지 않는다.

음식물에 들어 있는 영양소는 소화 효소에 의해 작게 분해되는데, 이와 같은 작용을 **화학적 소화**라고 한다. 녹말, 지방, 단백질과 같은 큰 영양소는 소화 효소에 의해 작은 영양소로 바뀐 다음 몸 안으로 흡수된다.

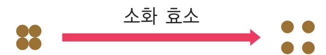
소화 기관에서 소화는 어떤 과정을 거쳐 일어나는 것일까?

기계적 소화



물리적인 힘을 가해 음식물을 작은 덩어리로 쪼개거나 소화 효소와 섞이게 하고 이동시키는 소화 방법이다.

화학적 소화



소화 기관에서 분비하는 소화 효소에 의해 큰 영양소가 작은 영양소로 분해되는 소화 방법이다.

입
이와 혀에 의한 기계적 소화, 침에 의한 화학적 소화

식도
음식물 이동

간
쓸개즙 생성, 해독 작용

쓸개
쓸개즙 저장

이자
이자액 생성

소장
소장 근육 운동에 의한 기계적 소화, 이자액, 장액에 의한 화학적 소화

위
위 근육 운동에 의한 기계적 소화, 위액에 의한 화학적 소화

대장
대장 근육 운동에 의한 음식물 찌꺼기 이동

그림 Ⅳ-12 소화 기관과 소화_ 입에서 항문까지 음식물이 통과하는 소화관과 간, 이자, 쓸개 등 소화액을 분비하는 소화샘이 모두 소화 기관에 포함된다.



입에서의 소화

밥이 입으로 들어오면 이로 씹어서 밥알을 잘게 으깬다. 혀는 입 안에서 밥알과 침이 잘 섞이도록 돕고 음식물을 삼키게 해 준다. 침샘에서 분비되는 침에는 점액과 **아밀레이스**라는 소화 효소가 들어 있다. 점액은 음식물을 부드럽게 해 주고 구강 벽을 보호해 준다. 아밀레이스는 녹말을 엿당으로 분해시키는 소화 효소로서 화학적 소화를 담당한다.

침에 의해 녹말이 분해되는 과정에 대해 알아보자.



탐구 활동 침에 의한 녹말의 소화 실험

목·표

침을 통한 녹말의 화학적 소화 과정을 설명할 수 있다.

준·비·물

녹말 용액, 아이오딘-아이오딘화 칼륨 용액, 증류수, 물, 시험관, 시험관대, 온도계, 비커, 스탠드, 클램프, 컵, 스포이트, 알코올램프 또는 핫플레이트, 삼발이, 쇠그물, 실

유·의·점

1. 모둠별로 미리 침을 모아 둔다.
2. 알코올램프를 사용할 때 화기에 주의하며, 알코올램프 대신 핫플레이트를 사용해도 된다.
3. 시약별로 스포이트를 따로 사용한다.



과정

❶ 증류수를 입에 물고 1분 정도 있다가 두 개의 비커에 묽은 침을 모은다.

❷ 침을 모은 두 개의 비커 중 한 개의 비커는 알코올램프로 가열한 후 식힌다.

❸ 3개의 시험관 A, B, C에 녹말 용액을 10 mL씩 각각 넣는다.





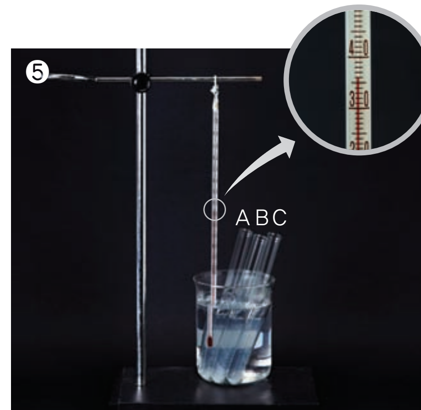


❹ 시험관 A에는 증류수 10 mL, 시험관 B에는 묽은 침 10 mL, 시험관 C에는 끓인 침 10 mL를 넣는다.

❺ 35~40℃의 물이 들어 있는 비커에 시험관을 모두 넣고 20분간 둔다.

❻ 시간이 지난 후 시험관 A, B, C에 아이오딘-아이오딘화 칼륨 용액을 한 방울씩 떨어뜨리고 색깔 변화를 관찰한다.







결과

1 실험 결과를 다음 표에 기록한다.

시험관	시험관에 첨가한 물질	실험 결과 비교	
		처음 색깔	아이오딘 반응 후 색깔
A	증류수		
B	묽은 침		
C	끓인 침		

2 침이 녹말을 분해한다는 것을 알아보기 위해서는 어떤 시험관을 비교해야 하는가?

해석 창의 · 인성

1 녹말이 분해된 시험관은 어떤 것이며, 그렇게 판단한 이유는 무엇인가?

2 녹말이 침에 의해 분해되면 엿당이 만들어진다. 엿당이 만들어진 것을 알아보려면 어떻게 해야 하는지 토의해 보자.

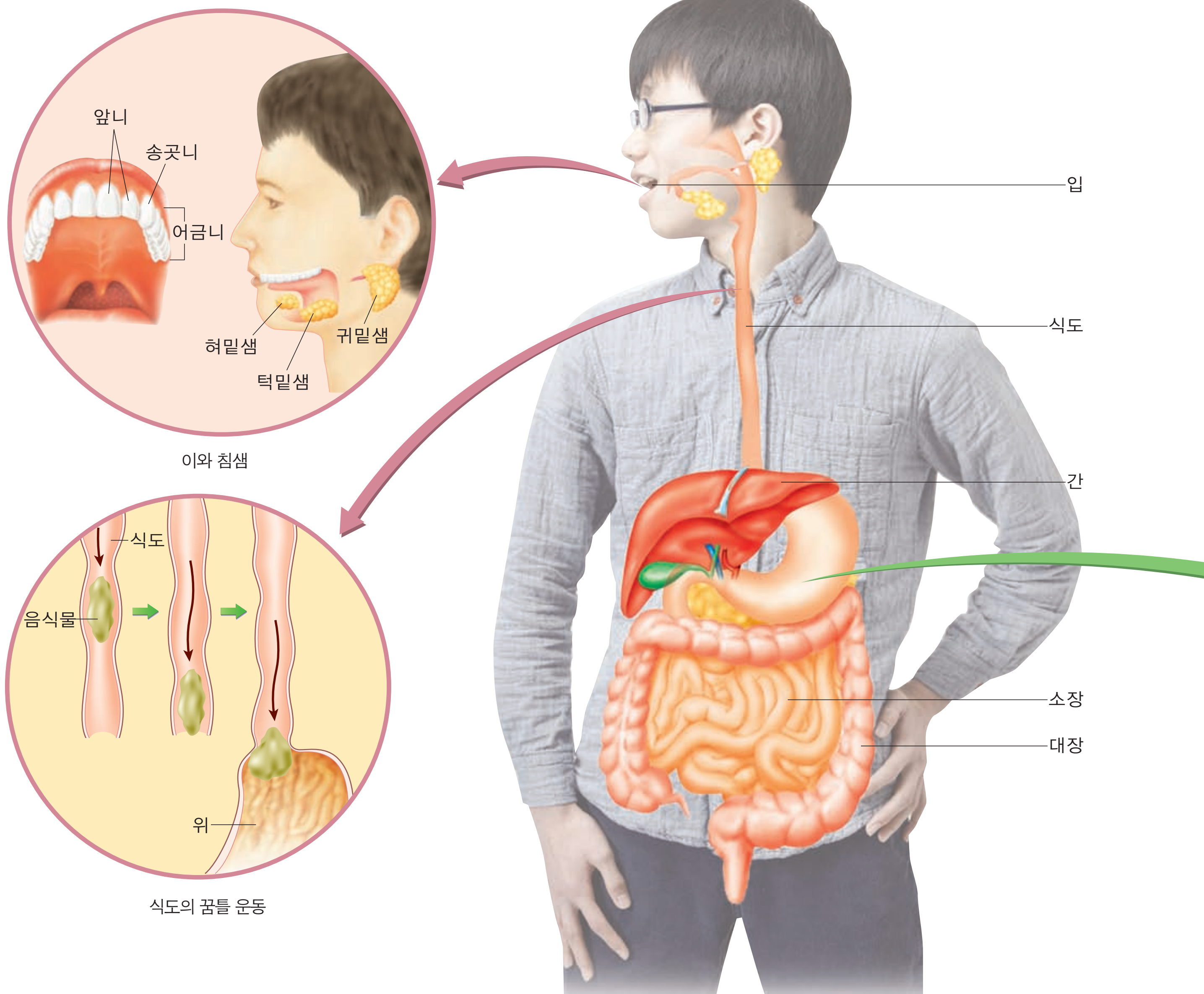
3 낮은 온도(0℃)에서 녹말을 분해하는 효소의 활동이 어떻게 달라지는지 알아보려면 어떤 실험을 추가해야 하는가?

스스로 해결하기
입 안에서 이와 혀에 의한 음식물의 소화는 (   ) 소화이고, 아밀레이스에 의한 소화는 (   ) 소화이다.

녹말은 침 속의 아밀레이스에 의해 엿당으로 분해된다. 아밀레이스와 같은 효소는 체온과 비슷한 온도에서 활발하게 작용하며, 온도가 너무 높아지면 더 이상 작용하지 못한다. 따라서 묽은 침을 끓이면 침 속에 들어 있는 아밀레이스는 더 이상 작용하지 못한다.

침샘에는 턱밑샘, 혀밑샘, 귀밑샘의 세 종류가 있으며 하루에 약 1~1.5 L의 침이 분비된다. 이에 의해 잘게 부수어지고 침과 혼합되어 부드러워진 음식물은 삼킴 운동에 의해 식도로 넘어간다. 식도의 길이는 약 25 cm이며, 꿈틀 운동에 의해 음식물이 위로 이동한다.

그림 Ⅳ-13 입에서의 소화



위에서의 소화

음식물이 위에 도달하면 위의 운동을 통해 이동하면서 잘게 부서지는 기계적 소화가 일어난다.

사람의 위는 용량이 약 2 L이며, 위의 윗부분은 식도에 연결되어 있고, 위의 아랫부분은 소장의 십이지장과 연결되어 있다. 위의 안쪽 벽에는 많은 주름이 있어서 음식물과 닿는 표면적이 넓다. 또한 주름 사이에 위샘이 발달되어 있어서 음식물 등의 자극으로 위액이 분비된다. 위액에는 점액, 위산, 펩시노젠이 들어 있다. 점액은 위벽을 싸서 보호해 주는 역할을 한다.

위산은 활성이 없는 펩시노젠을 활성이 있는 펩신으로 변화시켜 위에서 단백질이 작은 폴리펩타이드로 분해되는 화학적 소화가 일어나도록 해 준다. 위산은 강한 산성 물질로서, 음식물에 섞여 들어온 각종 세균을 죽이는 역할도 한다.

위에서 소화된 음식물은 죽과 같은 상태가 되어 십이지장으로 이동한다.

헬리코박터균



위벽에 기생하는 세균으로서, 염기성 물질을 만들어 위산을 중화시킴으로써 자신을 보호할 수 있다. 이 세균은 위염과 위궤양을 일으킨다.





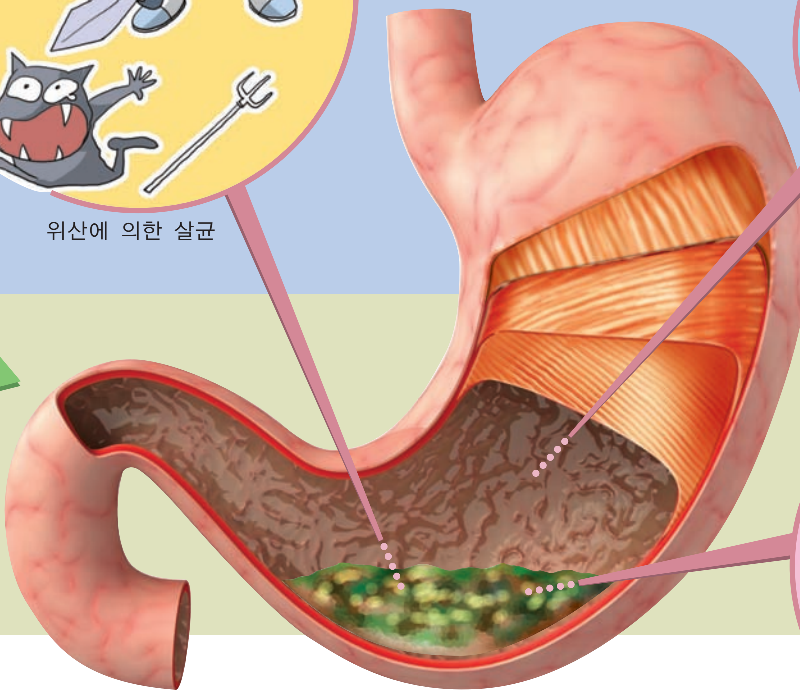
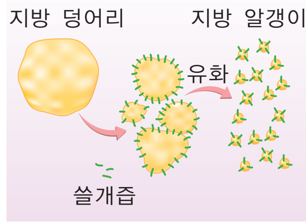




그림 Ⅳ-14 위_ 사람의 위 윗부분은 식도에 연결되어 있고, 아랫부분은 소장의 십이지장과 연결되어 있다. 위액에 포함된 점액은 위벽을 보호하고, 위산은 살균 작용을 하며, 펩신은 단백질을 폴리펩타이드로 분해한다.

지방의 유화



간에서 만들어진 후 쓸개에 저장되어 있다가 분비되는 쓸개즙에 의해 지방이 작은 알갱이로 분해된다.

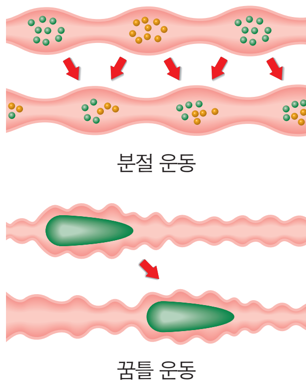


그림 Ⅳ-15 소장의 운동

소장에서의 소화

소장의 길이는 약 7 m로서, 소화관 중에서 가장 길다. 소장에서는 소장 근육의 분절 운동과 꿈틀 운동에 의해 음식물이 소화액과 섞이면서 대장까지 이동한다.

십이지장은 위와 연결된 소장의 윗부분으로서, 길이는 약 30 cm에 불과하지만 쓸개즙과 이자액이 분비되는 중요한 장소이다. 이자액에는 산성을 중화시키기 위한 염기성 물질이 포함되어 있어 위에서 내려온 산성의 음식물로부터 십이지장을 보호해 준다.

이자액에는 **트립신**, **아밀레이스**, **라이페이스** 등 3대 영양소를 분해하는 효소가 포함되어 있다. 트립신에 의해 폴리펩타이드가 더 작은 크기로 분해되고 아밀레이스에 의해 녹말이 엿당으로 분해된다. 쓸개즙에는 소화 효소가 들어 있지 않지만 큰 지방 덩어리를 작은 지방 알갱이로 만들어 준다. 이것을 지방의 유화라고 하며, 유화된 지방 알갱이는 라이페이스에 의해 지방산과 글리세롤로 쉽게 분해된다. 그러므로 쓸개를 제거하면 지방을 소화하는 데 어려움을 겪을 수 있다. 소장의 안쪽 벽에는 장샘이 있어 장액이 분비된다. 장액에는 엿당을 포도당으로 분해하는 말테이스와 펩타이드를 아미노산으로 분해하는 펩티데이스 등 여러 종류의 효소가 들어 있다.

이자액과 장액에 포함되어 있는 소화 효소에 의해 3대 영양소의 화학적 소화는 소장에서 모두 끝난다. 그 결과 흡수될 수 있는 상태인 **포도당**과 **아미노산**, **지방산**과 **글리세롤**이 만들어진다.


잠깐 체크 위에서 내려온 산성의 음식물에 의해 십이지장이 손상되지 않는 이유는 무엇인가?

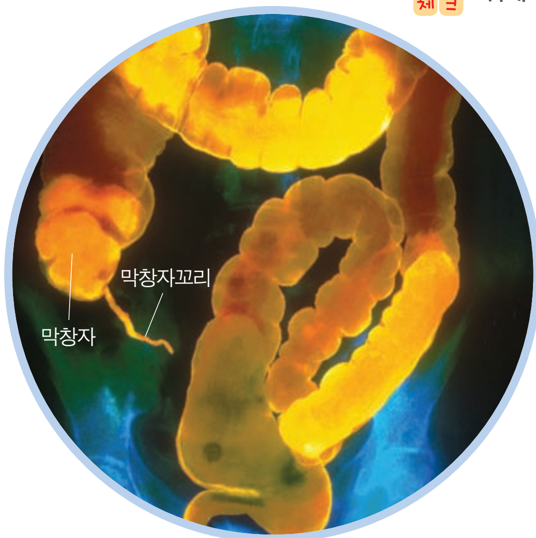


그림 Ⅳ-16 막창자와 막창자꼬리_ 소장과 연결된 대장의 첫 부분을 막창자(맹장)라고 하며, 막창자 끝에 막창자꼬리가 있다. 막창자꼬리의 염증을 막창자꼬리염이라고 한다.

대장의 작용

대장은 소장에서 항문까지 연결된 비교적 굵은 관으로서, 막창자, 잘록창자, 곧은창자의 세 부분으로 되어 있으며, 길이는 약 1.5 m이다. 대장에서는 소화 효소가 분비되지 않기 때문에 화학적 소화는 일어나지 않으며, 소장에서 흡수되고 남은 물이 흡수된다. 음식물 찌꺼기는 물이 흡수되면서 점차 단단한 덩어리로 변한 후 대장 근육의 꿈틀 운동으로 항문까지 이동한다.

한편, 대장 속에는 유산균, 대장균 등 많은 세균들이 살고 있다. 이들이 소화되지 않은 영양소와 셀룰로스 등을 분해할 때 악취가 나는 물질이 만들어지기도 한다.

녹말 단백질 지방

침
아밀레이스가 엿당으로 분해한다.

위액
펩신이 작은 폴리펩타이드로 분해한다.

이자액
아밀레이스가 엿당으로 분해한다.
트립신이 펩타이드로 분해한다.
라이페이스가 지방산, 글리세롤로 분해한다.

장액
말테이스가 포도당으로 분해한다.
펩티데이스가 아미노산으로 분해한다.

포도당 아미노산 지방산, 글리세롤

소화계

그림 Ⅳ-17 3대 영양소의 화학적 소화 과정

과학자료실 배고플 때 나는 '꼬르륵' 소리의 정체는?



아침을 걸렀을 때 배에서 '꼬르륵' 소리가 나는 경우를 겪어 보았을 것이다. 위에서 소화된 음식물이 십이지장으로 넘어가는 작용을 날문 반사라고 하는데, 위가 비어 있을 때 날문 반사가 일어나면 위 속에 있던 공기가 십이지장으로 들어가면서 꼬르륵 소리를 내게 된다.

날문
위의 아래쪽에서 십이지장과 경계를 이루는 부분이다.



그림 Ⅳ-18 수건의 올록볼록한 돌기

영양소의 흡수와 이동

손의 물기를 닦는 수건에는 많은 돌기가 있다. 이 돌기 때문에 표면적이 넓어져 평평한 구조보다 물을 빠르게 흡수할 수 있다. 소장의 안쪽 벽에서도 수건의 돌기와 비슷한 구조를 볼 수 있다. 소장의 안쪽 벽에는 많은 주름이 있는데 그 주름에는 수건의 표면처럼 손가락 모양의 작은 융털이 빽빽하게 나 있다. 또한 각 융털마다 미세 융털 돌기가 나 있어 표면적이 더욱 넓어지므로 온몸의 세포에 공급할 영양소를 효율적으로 흡수할 수 있다. 소장의 길이는 약 7 m이고 지름은 약 3 cm에 불과하지만, 안쪽 벽의 표면적은 약 200 m^2나 된다.

스스로 해결하기
소장의 주름과 융털, 미세 융털은 음식물과 닿는 (　　　) 을/를 넓혀 준다.

3대 영양소는 소화 효소에 의해 분해된 후 포도당, 아미노산, 지방산과 글리세롤 상태로 흡수된다. 한편, 부영양소인 바이타민, 무기 염류, 물은 크기가 작기 때문에 화학적 소화를 거치지 않고 흡수된다. 소장의 융털로 흡수된 영양소는 온몸의 세포로 이동되어 생명 활동에 사용된다.

소장의 안쪽 벽

소장의 융털(×300)

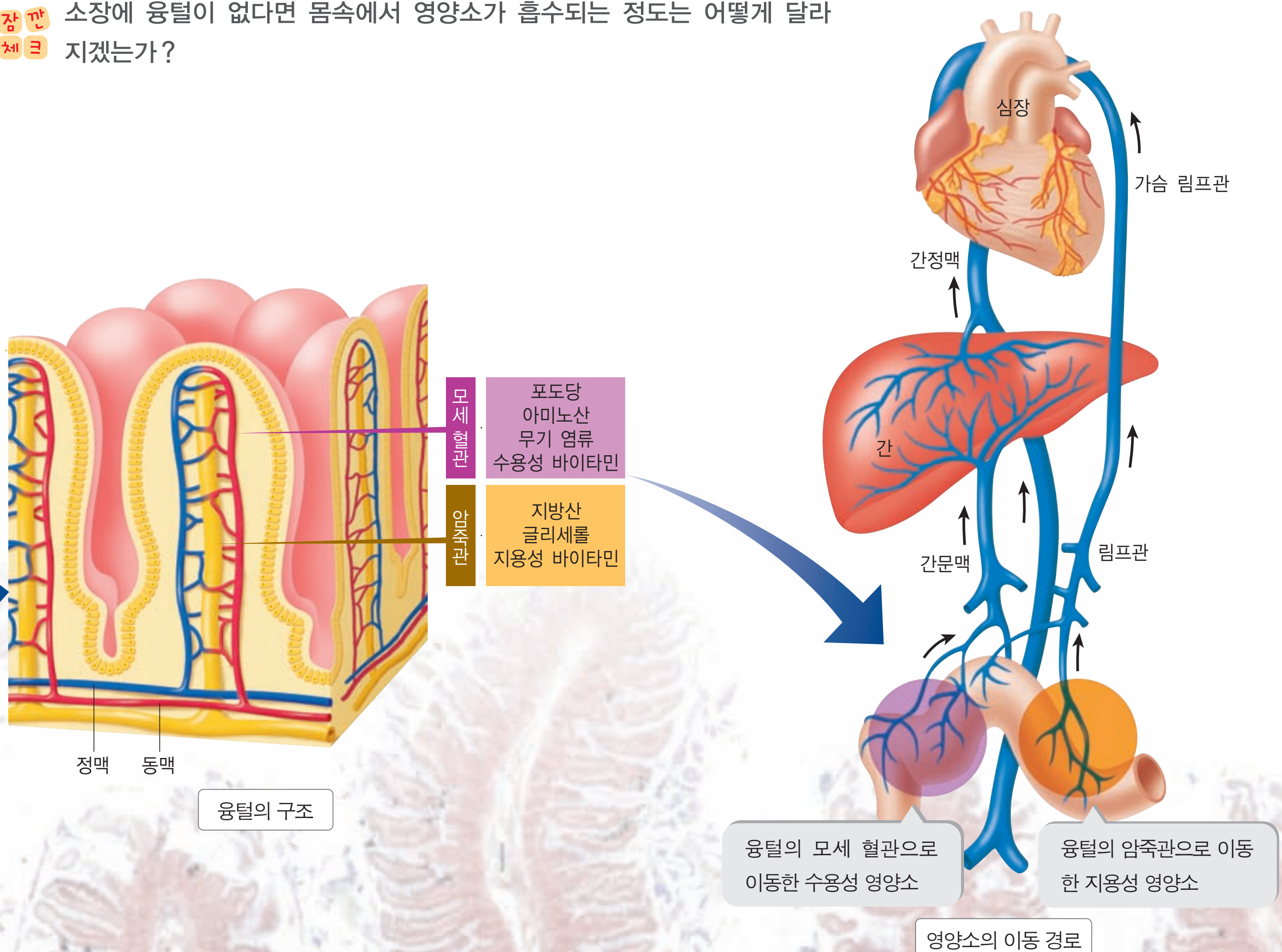
그림 Ⅳ-19 소장의 구조(모형)_ 소장의 안쪽 벽에는 많은 주름이 있으며, 주름에는 작은 융털이 나 있다.

포도당, 아미노산과 같은 **수용성 영양소**는 융털로 흡수된 후 융털의 모세 혈관으로 이동하고, 지방산과 글리세롤 같은 **지용성 영양소**는 융털의 암죽관으로 이동한다. 수용성 영양소는 융털의 모세 혈관에서 간을 거쳐 심장으로 들어간 후 혈액에 의해 온몸으로 운반된다. 포도당 섭취량이 많을 경우 일부는 간에서 글리코젠이나 지방으로 바뀌어 저장되며, 부족할 경우 다시 포도당으로 바뀌어 사용된다. 한편, 융털의 암죽관으로 이동된 지용성 영양소는 림프관과 가슴 림프관을 거쳐 정맥에서 혈액과 만나 심장으로 들어간 후 온몸으로 운반된다.

몸의 각 부분으로 공급된 영양소는 에너지원으로 사용되거나 몸을 구성하고 기능을 조절하는 데 사용되어 건강을 유지하게 한다.

간
간은 우리 몸의 화학 공장으로서, 해독 작용이나 양분 저장, 쓸개즙 생성 등의 기능을 한다.

잠깐 체크 소장에 융털이 없다면 몸속에서 영양소가 흡수되는 정도는 어떻게 달라지겠는가?



융털의 구조

영양소의 이동 경로

자기 주도 학습

개념 확인하기

습관적으로 과식을 하면 간에 지방이 쌓이는 지방간이 된다고 한다. 그 이유는 무엇일까?

과학과 생활 연관 짓기

소장 안쪽은 좁은 공간에 표면적을 넓히는 구조로 되어 있다. 이러한 소장의 구조와 유사한 예를 주변에서 찾아 설명해 보자.

1-4 혈액





학습 목표

- 현미경으로 혈구를 관찰할 수 있다.
- 혈액의 성분과 하는 일을 말할 수 있다.

언니와 함께 헌혈의 집에 갔다. 나는 어려서 헌혈을 하지 못하지만 언니는 이번이 10번째 헌혈이다. 헌혈의 집 입구에 쓰인 '작은 용기, 큰 기쁨'이라는 문구를 보면서 '언니는 참 용감하구나.'라는 생각이 들었다. 언니는 헌혈을 하기 전 혈액 검사에서 혈소판과 헤모글로빈, 적혈구 수치가 모두 정상이라고 하였다.

언니의 팔을 고무줄로 묶자 팔에 있는 혈관이 도드라졌다. 혈관 곳곳에 작은 멍울 같은 것도 보였다. 혈관에 주사 바늘을 꽂았더니 붉은색의 피가 혈액 주머니로 흘러들어가기 시작하였다.

사고로 피를 많이 흘리면 몸의 기능이 떨어져 생명을 잃을 수도 있다고 한다. 언니의 혈액은 수혈이 필요한 사람들에게 소중하게 사용될 것이다.

헌혈을 하거나 병원에서 건강 검진을 할 때 혈액 검사를 하면 혈액에 들어 있는 성분의 많고 적음을 알 수 있다. 혈액 검사는 사람들의 건강 상태를 확인하기 위해 혈액의 어떤 성분을 검사하는 것일까?

과학 자료실 헌혈의 종류



전혈 헌혈이란?

혈액의 모든 성분(혈장, 혈구)을 채혈하는 헌혈 방법이다. 전혈 헌혈은 320 mL, 400 mL 두 종류가 있다.

전혈 헌혈: 320 mL, 400 mL

◉ 조건
- 나이: 만 16세 ~ 69세
- 몸무게: 남자 50 kg 이상, 여자 45 kg 이상
  (단, 400 mL 전혈 헌혈은 남녀 모두 50 kg 이상)

성분 헌혈이란?

성분 채혈기를 이용하여 필요한 성분만을 분리해 채혈하고, 나머지 성분은 헌혈자에게 되돌려 주는 헌혈 방법이다. 성분 헌혈에는 혈소판 성분 헌혈과 혈장 성분 헌혈 등이 있다.

성분 헌혈: 혈소판, 혈장

◉ 조건
- 나이: 혈소판 성분 헌혈 – 만 17세 ~ 59세
  혈장 성분 헌혈 – 만 17세 ~ 69세
- 몸무게: 남자 50 kg 이상, 여자 45 kg 이상

혈액의 성분

사람의 몸을 나라의 영토라고 한다면 혈액은 도로 위를 달리는 자동차에 해당한다. 자동차가 여러 지역을 다니면서 물건들을 운반하는 것처럼 혈액은 온몸을 흐르면서 생명 활동에 필요한 물질을 운반한다.

성인 남자의 몸속에 흐르고 있는 혈액의 양은 약 5 L이며, 이는 체중의 약 8 %에 해당한다. 혈액을 채취해서 원심 분리하면 두 개의 층으로 나누어진다. 아래쪽에 가라앉는 세포 성분을 **혈구**라 하고, 위쪽으로 뜨는 액체 성분을 **혈장**이라고 한다. 혈장의 대부분은 물이며, 아미노산이나 포도당과 같은 영양소가 녹아 있다.



그림 Ⅳ-20 원심 분리_ 원심력을 이용하여 고체와 액체 또는 밀도가 서로 다른 액체를 분리하는 것이다.

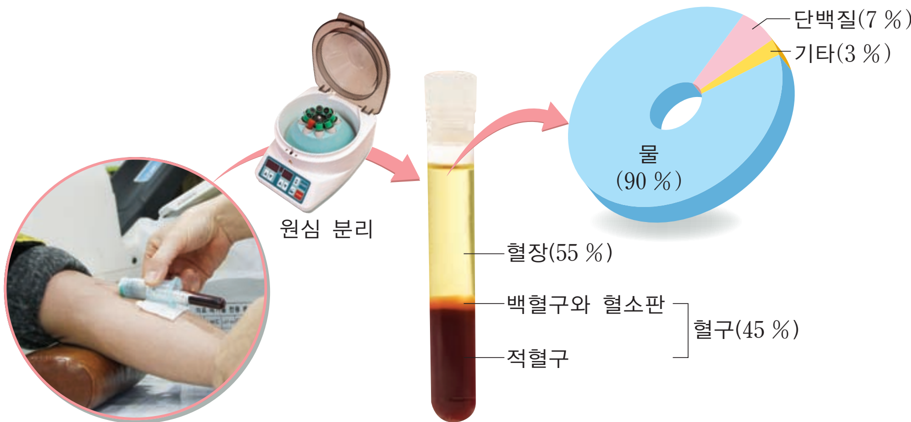


그림 Ⅳ-21 혈액의 성분_ 혈액은 혈구와 혈장으로 이루어져 있다.

현미경으로 혈구를 확대해 보면 **적혈구**와 **백혈구**, **혈소판**이 관찰된다. 혈구의 대부분은 적혈구이며, 백혈구와 혈소판은 혈액의 1 %도 되지 않는다. 대부분의 혈구는 골수에서 만들어지며, 간이나 지라에서 파괴된다.

지라
횡격막 아래 복부의 왼쪽 윗부분에 위치한다.

몸에 작은 상처가 나면 붉은색의 혈액이 흘러나온다. 혈액이 붉게 보이는 이유와 혈액의 성분에 대해 알아보자.

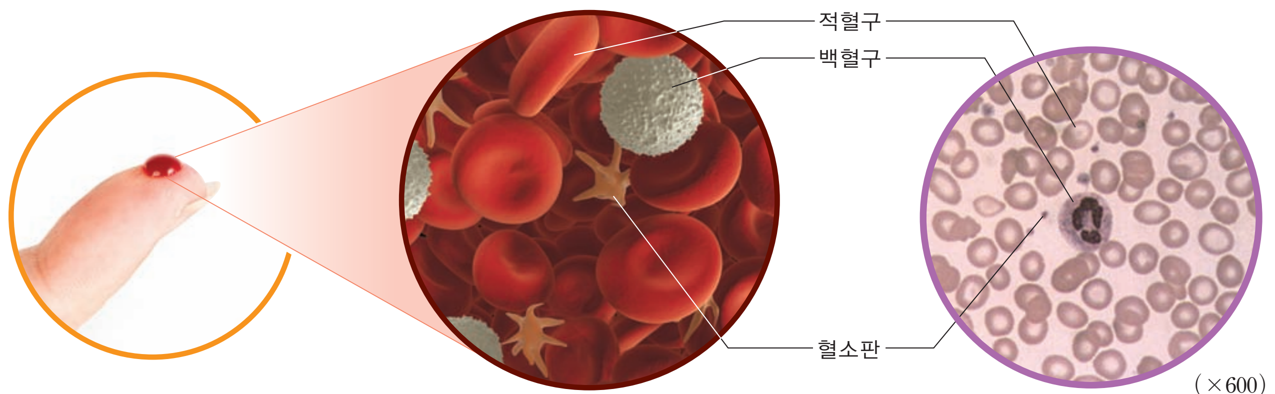


그림 Ⅳ-22 혈구의 종류_ 혈구에는 적혈구, 백혈구, 혈소판이 있다.



탐구 활동 혈구의 생김새

목·표

현미경으로 혈액을 관찰하여 혈구의 종류를 구별할 수 있다.

준·비·물

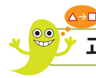
생리 식염수, 김사액, 소독용 알코올, 메탄올, 증류수, 현미경, 받침 유리, 덮개 유리, 채혈침, 채혈기, 탈지면, 고무줄, 거름종이, 스포이트, 비커, 핀셋

유·의·점

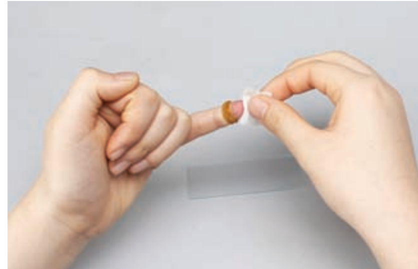
1. 혈액의 양이 많으면 얇게 펴기 어려우므로 적은 양을 떨어뜨린다.
2. 채혈침은 반드시 한 번만 사용한다.

탐|구|도|우|미

김사액은 세포의 핵을 염색하는 용액이다.



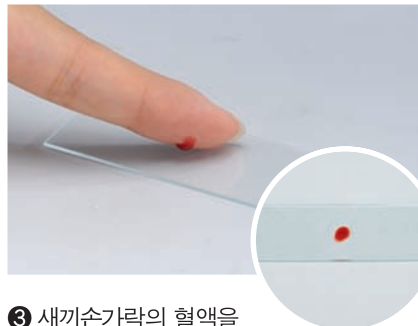
과정 A: 혈구 관찰



❶ 고무줄로 새끼손가락을 묶은 다음 소독용 알코올로 소독한다.



❷ 채혈기로 새끼손가락을 찔러 채혈한다.

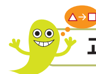


❸ 새끼손가락의 혈액을 받침 유리에 한 방울 떨어뜨린다.



❹ 혈액에 생리 식염수를 한 방울 떨어뜨리고, 덮개 유리를 이용하여 얇게 편다.

❺ 덮개 유리를 덮고 거름종이로 물기를 제거한 다음 현미경으로 관찰한다.



과정 B: 염색액을 이용한 혈구 관찰

❶ 과정 A의 ❶, ❷, ❸을 진행한 후 덮개 유리를 이용하여 혈액을 얇게 편다.



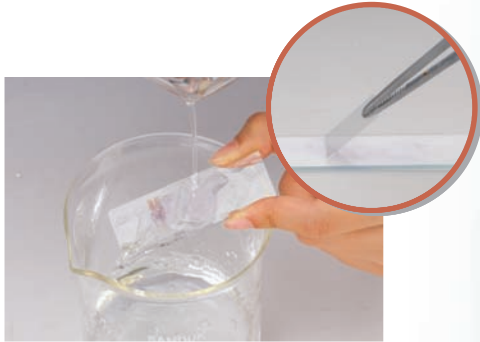
❷ 얇게 퍼진 혈액에 메탄올을 한 방울 떨어뜨리고 3분 정도 말린다.



❸ 받침 유리에 김사액을 한 방울 떨어뜨리고 5분 정도 염색한다.

❹ 증류수를 이용하여 김사액을 조심스럽게 씻어낸다.

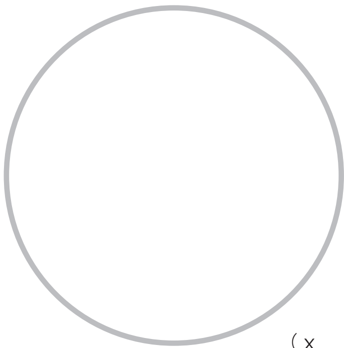
❺ 덮개 유리를 덮고, 받침 유리에 묻은 물기를 거름종이로 제거한 다음 현미경으로 관찰한다.





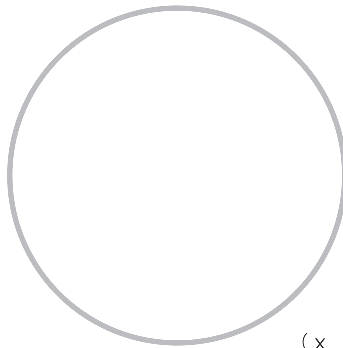
결과

1 현미경으로 관찰한 혈구의 모양을 그려 보자.



(x)

과정 A. 생리 식염수를 떨어뜨린 혈구



(x)

과정 B. 김사액을 떨어뜨린 혈구

2 현미경으로 관찰되는 혈구의 모양과 크기에 대하여 설명해 보자.

3 가장 많이 관찰되는 혈구는 무엇인가?

4 김사액으로 염색을 했을 때 핵이 관찰되는 혈구는 무엇인가?

해석 창의 · 인성

1 고산 지대에 사는 사람은 저지대에 사는 사람보다 적혈구 수가 많다. 그 이유는 무엇인지 토의해 보자.

2 사람의 혈액이 붉게 보이는 이유에 대하여 토의해 보자.


인터넷 속 과학 세상

빈혈은 어떤 증상을 나타내는지 알아보자.

검색 빈혈 ▼

혈액이 하는 일

사람의 혈액이 붉은 이유는 **적혈구**에 **헤모글로빈**이라는 붉은색을 띠는 색소가 있기 때문이다. 헤모글로빈은 산소가 풍부하면 산소와 결합하고, 산소가 부족하면 산소와 분리되는 성질이 있다. 이 때문에 적혈구는 폐에서 조직 세포로 산소를 운반할 수 있다. 적혈구는 핵이 없으며, 혈구 중에 그 수가 가장 많다. 적혈구는 가운데가 오목한 원반 모양을 하고 있어 표면적이 넓기 때문에 산소를 효과적으로 운반할 수 있다. 혈액 속에 적혈구 수가 부족해지면 빈혈에 걸린다.

투명한 핵을 가지고 있는 **백혈구**는 적혈구보다 크며, 여러 종류가 있어서 생김새와 하는 일도 다양하다. 또한 백혈구는 아메바 운동으로 몸속을 돌아다니면서 세균을 잡아먹는 **식균 작용**을 한다. 상처 주변을 살펴보면 고름이 생기거나 붉게 부어오르는 경우를 볼 수 있다. 상처를 통해 세균이 들어오면 백혈구도 모세 혈관을 통해 상처 주위로 이동한다. 이때 백혈구가 식균 작용을 하다 보면 많은 수의 백혈구가 세균의 독소에 의해서 죽게 되는데, 이것이 고름이다. 평소에는 백혈구의 수가 매우 적지만, 몸으로 세균이 들어오면 그 수가 증가한다.

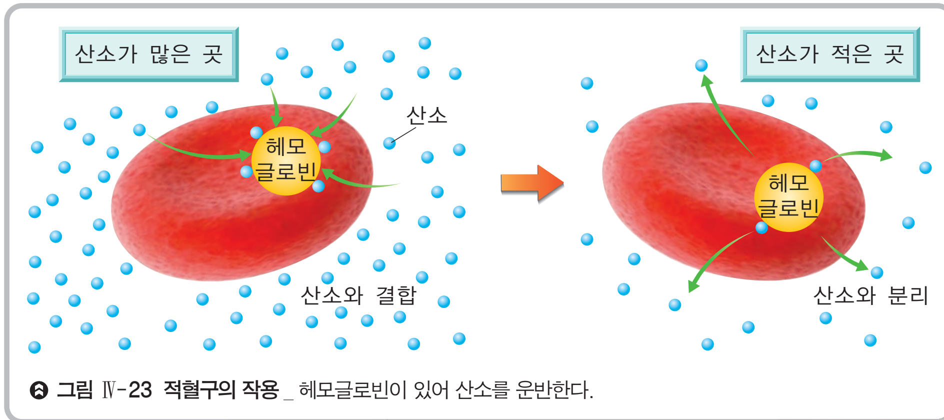


그림 Ⅳ-23 적혈구의 작용 _ 헤모글로빈이 있어 산소를 운반한다.

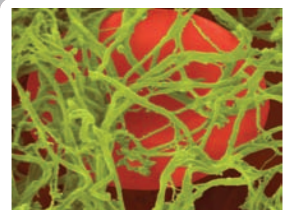


그림 Ⅳ-24 혈소판의 작용 _ 상처 부위를 막아 출혈을 멈추게 하는 혈액 응고 작용을 한다.

혈소판은 혈구 중에서 크기가 가장 작다. 혈소판은 핵이 없으며, 모양은 일정하지 않고 불규칙하게 생겼다. 몸에 상처가 나면 처음에는 출혈이 있지만 시간이 지나면서 멈추게 된다. 그 이유는 상처가 났을 때 혈소판이 딱지를 만들어 더 이상 출혈이 일어나지 않도록 하기 때문이다. 이와 같은 작용을 **혈액 응고 작용**이라고 한다. 따라서 혈소판이 부족하면 출혈이 잘 멈추지 않거나 약간의 충격에도 피부에 멍이 들 수 있다.

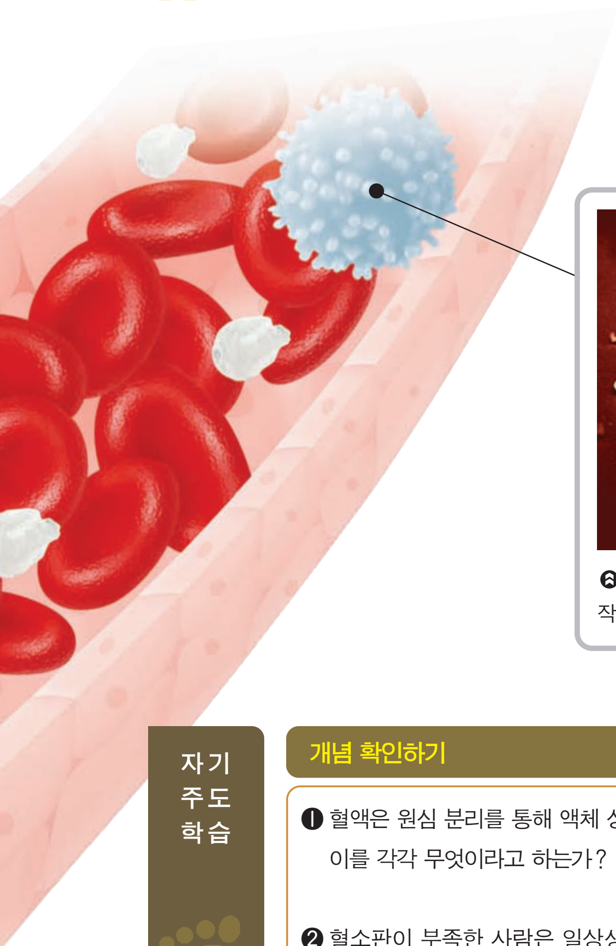
혈장의 주된 작용은 **운반 작용**이다. 소장에서 흡수된 영양소는 혈장에 녹아 조직 세포로 운반된다. 또 조직 세포에서 생긴 노폐물도 혈장에 녹아 폐와 콩팥으로 운반된다. 혈장의 주성분인 물은 비열이 커서 온도 변화가 적기 때문에 체온을 일정하게 유지할 수 있다. 또한 혈장에는 항체와 같은 성분이 있어 세균으로부터 우리 몸을 보호해 준다.

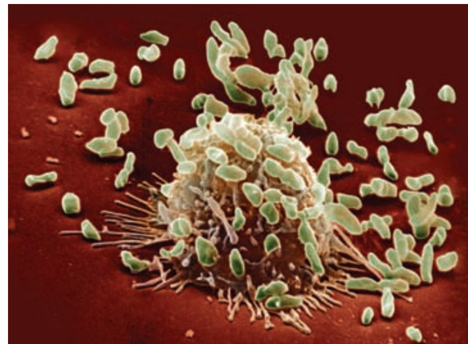


그림 Ⅳ-25 성분 헌혈로 얻은 혈장_ 혈장은 우리 몸에서 영양소, 노폐물 등을 운반한다.



혈액 속에 백혈구 수가 지나치게 적으면 어떤 문제가 생기는가?




그림 Ⅳ-26 백혈구의 작용 _ 세균을 잡아먹는 식균 작용을 한다.(×2,500)

자기 주도 학습

개념 확인하기

❶ 혈액은 원심 분리를 통해 액체 성분과 세포 성분으로 나누어지는데, 이를 각각 무엇이라고 하는가?

❷ 혈소판이 부족한 사람은 일상생활에서 어떤 문제가 생길 수 있는가?

과학과 생활 연관 짓기

헌혈은 수혈이 필요한 환자의 생명을 구하는 수단으로 건강한 사람이 자신의 혈액을 기증하는 것이다. 헌혈을 홍보할 수 있는 포스터를 제작해 보자.

1-5 혈관


학습 목표

- 혈관의 종류와 특징을 혈압과 관련지어 설명할 수 있다.
- 정맥에서 혈액이 역류하지 않는 이유를 설명할 수 있다.

자동차로 지구를 한 바퀴 도는 거리와 혈액이 우리 몸을 한 바퀴 도는 거리를 비교하면 어느 쪽이 더 길까? 자동차가 복잡한 도로를 이동하는 것처럼 혈액은 우리 몸속에 뻗어 있는 관 모양의 통로로 이동한다. 혈액이 이동하는 관 모양의 통로를 혈관이라고 한다. 몸속에 있는 모든 혈관들을 한 줄로 이으면 약 10만 km로 지구 둘레의 두 바퀴 반 정도에 해당한다. 혈관은 어떻게 연결되어 있을까?

혈관의 종류

혈관은 생김새와 하는 일에 따라 **동맥**, **모세 혈관**, **정맥**으로 구분된다. 동맥은 심장에서 나가는 혈액이 흐르는 혈관이고, 정맥은 심장으로 들어오는 혈액이 흐르는 혈관이다. 동맥과 정맥은 모세 혈관으로 연결되어 있다.

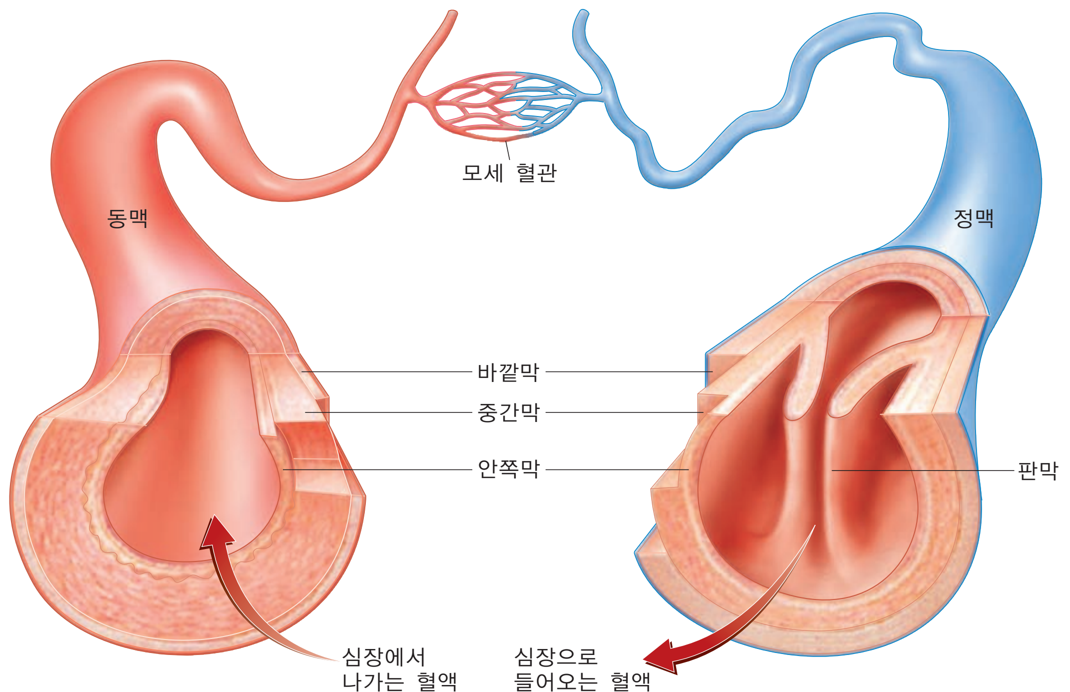


그림 Ⅳ-27 혈관의 구조

혈액이 혈관을 따라 이동할 때에는 일정한 압력으로 혈관벽을 밀게 되는데, 이 때의 압력을 **혈압**이라고 한다. 혈압을 측정했을 때 성인의 경우에는 최고 혈압이 120 mmHg, 최저 혈압이 80 mmHg이면 정상 혈압이라고 판정한다.

동맥은 다른 혈관에 비해 혈압이 높고 혈액이 매우 빠른 속도로 이동한다. 따라서 높은 혈압을 견디기 위해 혈관벽이 두껍고 탄력성이 강하다. 동맥은 대체로 몸 속 깊은 곳에 위치하고 있어 외부의 충격으로부터 보호를 받는다. 또한 동맥은 몸의 곳곳에서 여러 갈래로 갈라지면서 가늘어지다가 모세 혈관과 연결된다.

모세 혈관은 적혈구가 겨우 지나갈 수 있을 정도로 가늘며 온몸에 그물처럼 퍼져 있다. 사람의 혈관 길이가 지구 둘레보다 긴 이유는 모세 혈관 때문이다. 모세 혈관 하나하나는 매우 가늘지만 전체 모세 혈관의 총 단면적은 매우 넓다. 따라서 혈액은 모세 혈관에서 아주 느리게 흐른다.

금붕어의 꼬리지느러미를 현미경으로 관찰하면 수많은 모세 혈관이 관찰된다. 이 모세 혈관 속을 적혈구가 가다 서다를 반복하며 일렬로 줄지어 이동하는 것을 볼 수 있다. 모세 혈관 벽은 한 겹의 세포층으로 이루어져 있기 때문에 혈액과 조직 세포 사이에서 물질 교환이 효과적으로 이루어진다.



그림 Ⅳ-28 혈압의 측정_ 혈압은 혈압 측정기를 이용하여 손목 부위나 팔꿈치의 위 부위에서 측정한다.

모세 혈관의 단면적과 혈액의 이동 속도와의 관계

모세 혈관은 매우 가늘지만 전체 모세 혈관의 총 단면적이 넓어 혈액의 이동 속도가 느리다. 따라서 조직 세포와의 물질 교환이 쉬워진다.

잠깐 체크 동맥벽이 다른 혈관에 비해 두께가 두껍고 탄력성이 큰 이유는 무엇인가?

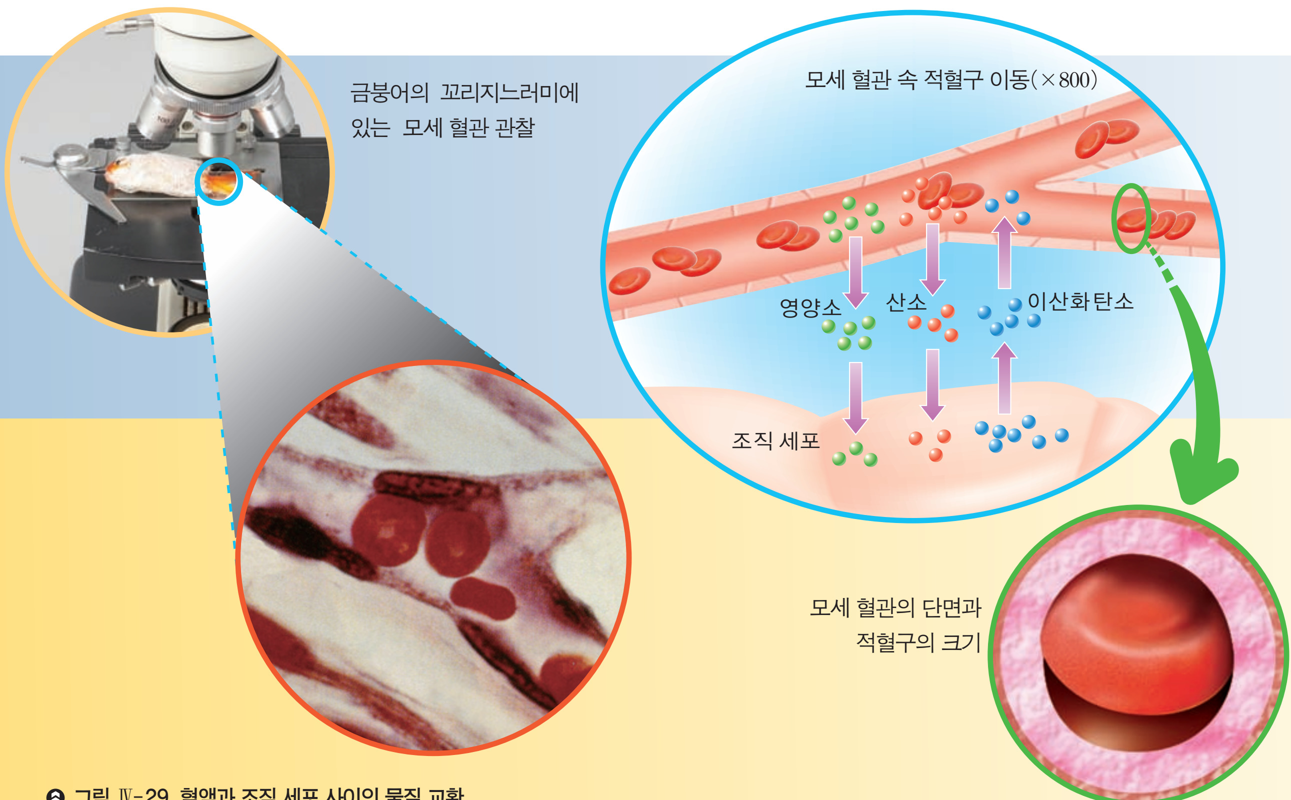


그림 Ⅳ-29 혈액과 조직 세포 사이의 물질 교환

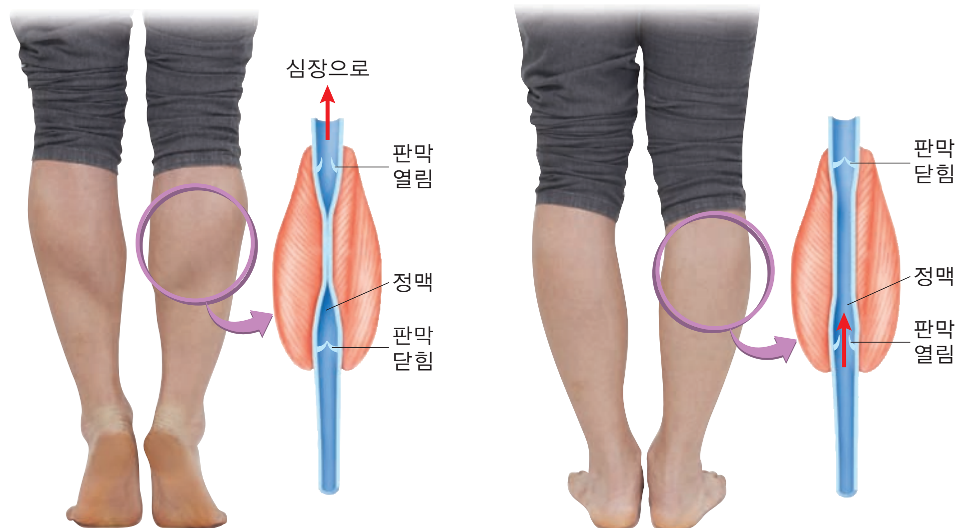


Ⓐ **그림 Ⅳ-30 정맥**_ 손등에 푸르스름하게 보이는 혈관이 정맥이다.

정맥은 동맥과는 달리 몸의 얕은 곳에 위치한다. 손등을 보면 푸르스름하게 보이는 혈관이 정맥이다. 또한 헌혈을 하거나 혈관 주사를 놓을 때 주사 바늘을 꽂는 혈관이 정맥이다. 정맥은 동맥에 비해 혈관벽이 얇고 탄력성이 약하다.

정맥은 혈압이 매우 낮기 때문에 혈액이 거꾸로 흐를 위험성이 있다. 그러나 정맥에는 **판막**이 있어서 혈액이 항상 심장 쪽으로만 흐른다. 헌혈을 할 때 고무줄로 팔을 묶으면 정맥이 도드라지면서 작은 멍울 같은 것이 보이는데, 이 부분이 판막이다.

정맥에서 혈액은 주로 정맥 주변의 근육 운동에 의해 이동한다. 몸을 움직일 때 주변 근육이 정맥을 눌러 주면 판막이 열리면서 혈액은 심장 쪽으로 이동한다.



Ⓐ **그림 Ⅳ-31 정맥**_ 혈액이 근육 운동에 의해 이동한다.

과학 자료실 혈관으로 나를 증명한다. 



정맥은 모양이나 길이, 구불어진 각도 등 사람마다 고유한 특징이 있다. 이러한 특징을 보안 부분에 활용한 것이 손 혈관 인식 시스템이다.

손 혈관 인식 시스템은 지문처럼 개인 인식에 사용하는 기술로서 지문이나 손가락이 없는 사람도 이용할 수 있고 사용이 편리하다는 장점이 있다. 또한 사용자의 거부감이 적고, 지문보다 많은 정보를 가지고 있어 인식률이 매우 높다. 특히 적외선으로 혈관을 투시하여 신분을 확인하기 때문에 복제가 거의 불가능하고 보안성이 매우 높은 인식 기술이다.

손 혈관 인식 시스템은 세계 최초로 우리나라에서 개발되고 상용화된 최첨단 바이오 인식 기술이다.

혈관의 이상

지방이 많은 음식은 혈액 속의 콜레스테롤 수치를 증가시킨다. 동맥벽에 상처가 생기면 탄력성이 약해지고 콜레스테롤이 쌓이면서 혈관이 좁아지는데, 이를 **동맥 경화**라고 한다. 동맥 경화가 진행되어 혈관이 좁아지면 산소와 영양소의 공급이 잘 이루어지지 않아 심장 질환과 같은 각종 질병이 생길 수 있다.

동맥 경화를 예방하기 위해서는 지방 성분이 많은 음식을 줄이고 규칙적으로 운동을 해야 한다.

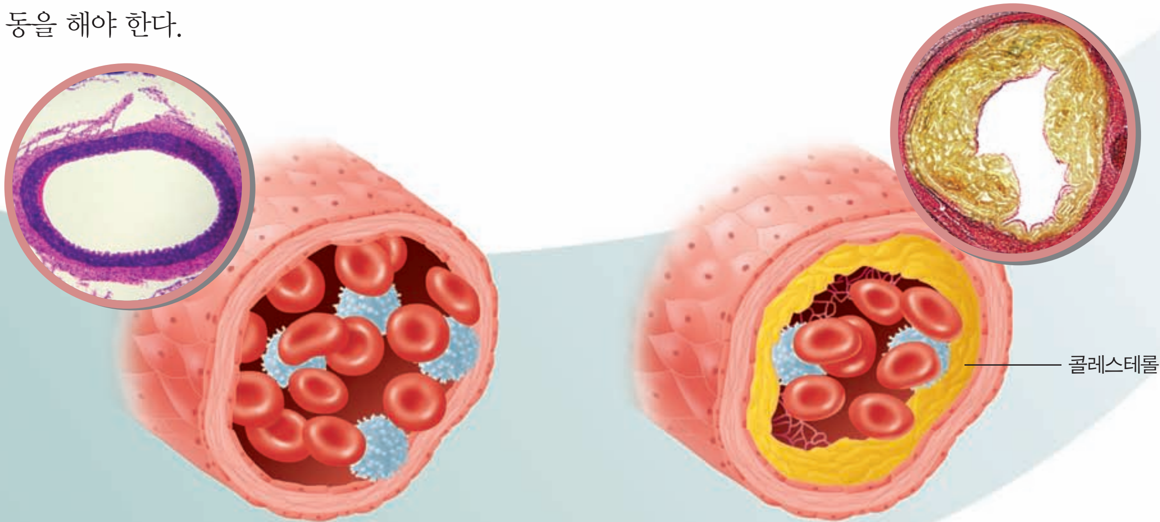


그림 Ⅳ-32 건강한 혈관_ 혈관벽에 이물질이 끼어 있지 않고 혈관 속 공간이 넓어 혈액이 쉽게 흐른다.

그림 Ⅳ-33 동맥 경화가 진행된 혈관_ 혈관벽에 콜레스테롤이 축적되어 혈관 속 공간이 좁아져 있다. 혈액이 흐르는 속도가 느려지고 혈관벽이 받는 압력은 높아진다.

사람들 중에는 다리의 혈관이 눈에 띄게 튀어나와 있거나 몇 시간만 서 있어도 다리가 퉁퉁 붓는 경우가 있다. 특히 다른 부위보다 다리의 정맥에는 판막이 많이 있다. 판막에 이상이 생기면 혈액이 제대로 흐르지 못하고 혈압이 높아지면서 정맥이 늘어나는데, 이런 증상을 **하지 정맥류**라고 한다. 하지 정맥류를 예방하기 위해서는 다리를 꼬고 앉거나 오래 서 있는 자세는 피하고, 다리의 피로를 충분히 풀어 주어야 한다.



그림 Ⅳ-34 하지 정맥류



다른 부위보다 다리에 있는 정맥에 판막이 많은 이유는 무엇인가?

자기 주도 학습

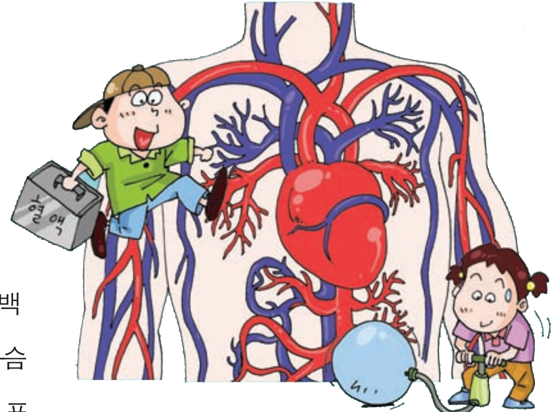
개념 확인하기	응용 문제 해결하기	과학과 건강 연관 짓기
세 종류의 혈관을 혈압이 높은 순서대로 나열해 보자.	혈액이 모세 혈관을 통해 조직 세포와 물질 교환을 할 수 있는 이유를 설명해 보자.	뇌에 혈액을 공급하는 혈관이 막히거나 터져서 뇌 기능 장애가 생기는 병을 뇌졸중이라고 한다. 뇌졸중의 초기 증상을 조사해 보자.

1-6 심장과 혈액 순환



학습 목표

- 심장의 구조를 말할 수 있다.
- 심장에서 혈액이 흐르는 방향을 말할 수 있다.
- 체순환과 폐순환이 필요한 이유를 설명할 수 있다.



흔히 하트를 사랑의 상징이라고 일컫는다. 중세에 유럽인들은 마음이 가슴에 있다고 믿었다. 그래서 맹세할 일이 있으면 가슴에 손을 올리면서 다짐을 하였고, 사랑의 감정을 고백할 때에는 '가슴이 뛴다.'라고 표현하였다. 가슴에 있는 마음은 심장을 뜻하기 때문에 사랑의 표시인 하트는 자연스럽게 심장을 상징하는 기호가 되었다. 우리도 평소 긴장하거나 좋아하는 사람이 앞에 있으면 심장이 두근거리는 것을 느낄 수 있다. 또한 좋아하는 사람에게 손가락을 모아 하트 표시를 하기도 한다. 그렇다면 실제로 심장은 하트 모양일까?

심장의 생김새

사람의 심장은 대부분 자기 주먹보다 약간 크며, 가슴 정중앙에서 왼쪽으로 약간 치우쳐 있다. 심장은 온몸으로 혈액을 공급하는 기관으로서, 주기적으로 오므라들었다 부풀었다 하는 운동을 반복한다. 사람의 심장은 1분 동안 70번 정도 뛰면서 5 L 정도의 혈액을 혈관으로 내보낸다. 하루로 계산하면 심장은 10만번 가까이 뛰면서 7,000 L 이상의 혈액을 내보내는 엄청난 일을 하는 것이다. 이처럼 혈액을 온몸으로 내보내기 위한 심장의 움직임을 **심장 박동**이라고 한다.



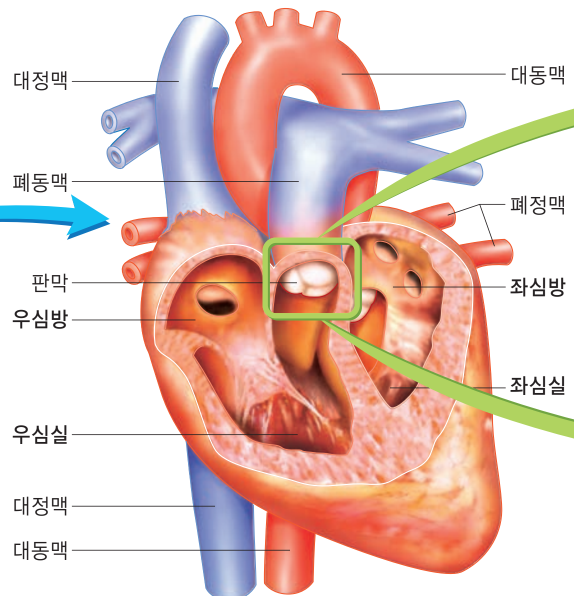


그림 Ⅳ-35 심장의 구조_ 사람의 심장은 두 개의 심방과 두 개의 심실로 되어 있다.

사람의 심장은 속이 비어 있는 근육질로서, 두 개의 심방과 두 개의 심실로 이루어져 있다. 심장에서 위쪽에 있는 부분을 **심방**이라 하고, 아래쪽에 있는 부분을 **심실**이라고 한다. 심장의 오른쪽과 왼쪽 부분은 매우 두꺼운 근육으로 구분되어 있다.

심방은 심장에서 혈액을 받아들이는 곳으로서, 정맥과 연결되어 있다. 우심방은 대정맥과 연결되어 있으며, 온몸을 돌고 온 혈액을 받아들인다. 또 좌심방은 폐정맥과 연결되어 있어 폐를 돌고 온 혈액을 받아들인다.

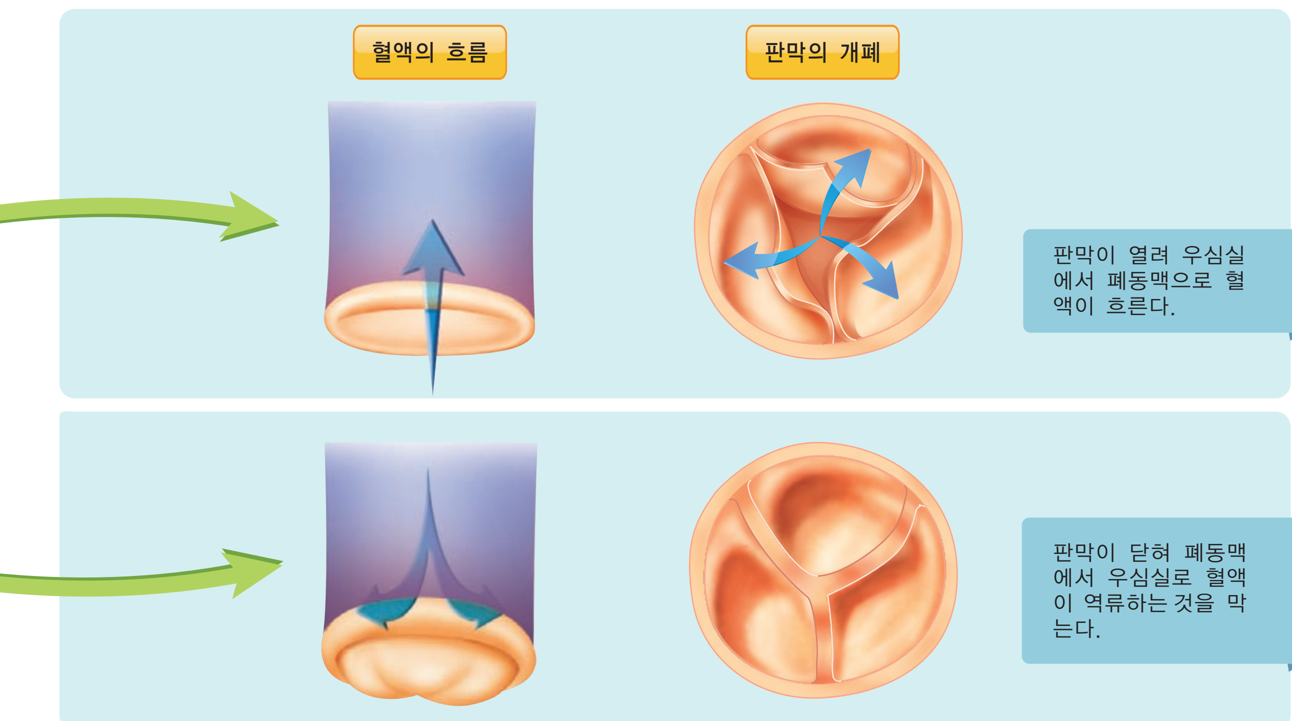
심실은 심장에서 혈액을 내보내는 곳으로서, 동맥과 연결되어 있다. 우심실은 폐동맥과 연결되어 있어 폐로 혈액을 내보내고, 좌심실은 대동맥과 연결되어 있어 온몸으로 혈액을 내보낸다.

심장의 안쪽을 살펴보면 심방과 심실 사이, 심실과 동맥 사이에 판막이 있다. 심장의 판막은 혈액이 거꾸로 흐르는 것을 막아 주기 때문에 심장에서 혈액은 항상 심방에서 심실 쪽으로만 흐른다. 가슴에 청진기나 귀를 가만히 대보면 심장 소리를 들을 수 있다. 이때 두 종류의 소리가 번갈아 들리는데, 실제로는 심장이 박동하는 소리가 아니라 심장의 판막이 닫힐 때 나는 소리이다. 심장의 판막이 정상보다 두꺼워지면 심장 소리가 커진다. 또한 심장의 판막에 이상이 생기면 혈액 순환이 잘 되지 않고 가슴 통증이나 호흡 곤란과 같은 증상이 나타날 수 있다.

심방과 심실
심방과 심실은 크기를 기준으로 붙여진 이름이며, 좌우의 기준은 우리 앞에 마주보고 있는 사람의 몸을 기준으로 하기 때문에 좌우가 반대이다. 따라서 그림에서 왼쪽은 실제로는 오른쪽이다.


그림 Ⅳ-36 심장 박동 소리_ 청진기를 통해 판막이 닫힐 때 나는 소리를 들을 수 있다.

잠깐 체크 심장에서 판막이 있는 곳은 어디이며, 심장의 판막은 어떤 일을 하는가?



심장 박동
심장 박동은 심장에서 만들어지는 미세한 전기 자극에 의해서 자율적으로 일어난다.

심장에서의 혈액의 흐름

의학 드라마를 보면 일시적으로 심장이 멈춘 사람에게 전기 자극을 주어 심장이 다시 뛰게 하는 경우를 볼 수 있다. 보통 근육은 신경 자극이 있어야 수축을 하지만, 심장은 스스로 신경 자극을 만들어 낸다. 혈액은 심장의 수축 운동에 의해서 이동하며, 심방과 심실의 수축 운동은 서로 번갈아 가면서 이루어진다.

정맥에서 심방으로 혈액이 들어온다.

심방이 수축하여 심방과 심실 사이의 판막이 열리고, 심실로 혈액이 흘러나간다.

좌우의 두 심실이 수축하면, 심방과 심실 사이의 판막은 닫히고, 심실과 동맥 사이의 판막이 열리면서, 동맥으로 혈액이 흘러나간다.

심실과 동맥 사이의 판막이 닫혀 심실로 혈액이 역류하는 것을 방지한다.

좌심방
우심방
좌심실
우심실

그림 Ⅳ-37 심장에서의 혈액의 흐름

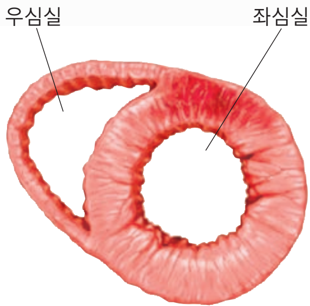


그림 Ⅳ-38 심실 벽_ 좌심실의 벽은 우심실의 벽보다 2~3배 더 두껍다.

정맥을 통해 심방으로 들어온 혈액은 심방이 수축할 때 심실로 흘러들어 가고, 심실로 들어온 혈액은 심실이 수축할 때 동맥으로 흘러나간다. 심장은 일생 동안 박동을 계속하면서 혈액을 몸 구석구석까지 보내는 펌프 역할을 한다.

심장이 수축할 때 생기는 압력은 심장 벽의 두께에 비례한다. 심실은 강한 압력으로 혈액을 심장 밖으로 밀어내야 하기 때문에 심실 벽이 심방 벽보다 더 두껍다. 특히 좌심실 벽이 가장 두꺼운데, 그 이유는 온몸으로 혈액을 내보내기 위해서는 가장 강한 압력이 필요하기 때문이다.

혈액의 순환

혈액이 순환한다는 사실은 어떻게 알게 되었을까?

고대 로마의 의학자 갈레노스는 "위와 장에서 흡수된 양분은 간에서 혈액으로 바뀐 다음, 정맥을 통해 온몸으로 전달되어 사라진다."라고 하였다. 또한 그는 "심장은 팽창을 하면서 혈액을 빨아들이는데, 혈액이 밀물처럼 심장을 향하기도 하고, 심장에서 썰물처럼 빠져나가기도 한다."라고도 하였다.

만일 갈레노스의 생각이 옳다면, 간에서는 매일 엄청난 양의 혈액이 만들어져야 한다. 17세기에 와서 갈레노스의 생각에 의문을 가진 하비는 여러 가지 실험을 통해 혈액이 순환한다는 사실을 밝혀내었다.



그림 Ⅳ-39 갈레노스(Galenos ; ?129~?199)_해부학과 실험 생리학을 발전시켜 그리스 의학의 체계를 세웠다.

이미지사이언스 혈액 순환의 발견



하비 (Harvey, W. ; 1578~1657)

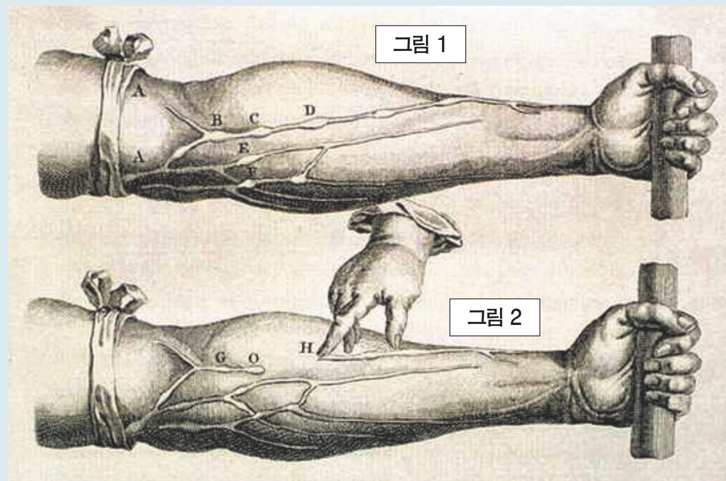
하비는 끈으로 팔을 묶으면 혈관이 부풀어 오르는 현상을 통해 혈액이 순환한다고 설명하였다. 팔을 끈으로 동여매고 정맥과 동맥의 흐름을 번갈아 가며 차단하면 묶은 부분의 위쪽에서는 동맥이 부풀어 오르고, 정맥은 아래쪽이 부풀어 오른다.

그림 1에서 B, C, D, E, F 부분이 정맥에 있는 판막이다. 그림 2에서 H 부분을 손가락으로 누르면 심장으로 들어오던 혈액의 흐름이 막혀 H와 O 사이에 혈액이 흐르지 않게 된다. 이때 O에서 H 방향으로 혈액을 밀어도 정맥 안에서 혈액은 거꾸로 흐르지 않으므로 H와 O 사이에는 혈액이 흐르지 않는다.

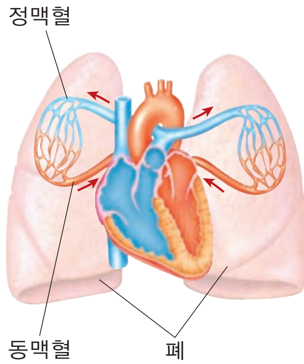
하비는 이와 같은 실험을 통해 "심장은 심장 박동을 통해 동맥으로 혈액을 내보내고, 혈액은 동맥을 따라 흐르다가 정맥을 통해 심장으로 들어간다."고 주장하였다.

하비는 1628년에 실험 결과를 정리하여 "심장과 피의 운동에 관하여"라는 책을 발표하였다. 하지만 하비는 동맥과 정맥을 연결하는 모세 혈관의 존재는 알지 못하였다. 모세 혈관은 그 이후 이탈리아의 말피기(Malpighi, M. ; 1628~1694)에 의해 발견되었다.

말피기는 1661년 개구리의 폐와 방광을 현미경으로 관찰하여 모세 혈관 내부에서 혈액의 움직임을 발견하였다. 결국 하비가 죽은지 4년 만에 말피기에 의해서 혈액 순환론이 완성된 것이다.



하비의 실험



ⓐ 그림 Ⅳ-40 **폐순환**_ 혈액이 순환하면서 정맥혈이 동맥혈로 변한다.

혈액은 크게 두 가지 경로를 통하여 순환한다.

대정맥을 통해 우심방으로 들어온 혈액은 우심실의 수축으로 폐동맥을 거쳐 폐로 보내진다. 이때 혈액은 폐의 모세 혈관을 지나면서 이산화 탄소를 버리고 산소를 받게 된다. 그 후 혈액은 폐정맥을 거쳐 좌심방으로 돌아온다. 이와 같이 심장에서 출발하여 폐를 돌아오는 혈액의 순환을 **폐순환**이라고 한다.

폐를 지나온 혈액은 이산화 탄소의 양은 적어지고 산소의 양은 풍부해져서 선홍색을 띠게 되는데, 이를 **동맥혈**이라고 한다.

뇌
폐동맥
폐정맥
폐
대동맥
대정맥
우심방
좌심방
우심실
좌심실
간
소장
콩팥
근육

정맥혈
대정맥과 폐동맥을 흐르는 이산화 탄소가 풍부한 검붉은 색의 혈액

동맥혈
대동맥과 폐정맥을 흐르는 산소가 풍부한 선홍색의 혈액

ⓐ 그림 Ⅳ-41 혈액의 순환 경로



좌심실이 수축하여 대동맥으로 밀려나온 혈액은 동맥을 지나 온몸의 모세 혈관으로 퍼져 나간다. 이때 혈액은 조직 세포에 영양소와 산소를 공급하고, 조직 세포에서 생긴 노폐물을 받는다. 모세 혈관을 지나온 혈액은 정맥을 거쳐 대정맥을 통해 우심방으로 들어온다. 이와 같이 심장에서 출발하여 온몸을 돌아오는 혈액의 순환을 **체순환**이라고 한다. 이때 혈액은 온몸에 퍼져 있는 모세 혈관을 지나면서 이산화 탄소의 양은 풍부해지고 산소의 양은 적어져서 검붉은 색을 띠는 혈액으로 바뀌는데, 이를 **정맥혈**이라고 한다.

체순환은 비교적 긴 경로를 순환하기 때문에 대순환이라고도 하며, 폐순환은 체순환에 비해 짧은 경로를 순환한다고 하여 소순환이라고도 한다.

폐에서 들어오는 혈액이 흐르는 좌심방과 좌심실은 동맥혈이 흐르고, 온몸을 돌고 들어오는 혈액이 흐르는 우심방과 우심실은 정맥혈이 흐른다.

일반적으로 동맥에는 동맥혈이 흐르고, 정맥에는 정맥혈이 흐르지만 항상 그런 것은 아니다. 폐동맥은 동맥이지만 정맥혈이 흐르고, 폐정맥은 정맥이지만 동맥혈이 흐른다.

이와 같이 혈액은 순환 과정을 반복하면서 온몸에 영양소와 산소를 공급하고, 노폐물과 이산화 탄소를 각각 콩팥과 폐로 운반한다.

한편, 우리는 주변에서 몸에 꽉 끼이는 옷을 입고 다니는 경우를 볼 수 있다. 몸에 끼이는 옷은 혈관을 압박하여 혈액 순환을 방해하기 때문에 건강에 해롭다.



그림 Ⅳ-42 혈액 순환 방해 교복을 몸에 꽉 끼이게 입으면 혈액 순환을 방해하여 건강에 좋지 않다.

잠깐 체크 성인의 경우 심장은 한 번 수축할 때 약 70 mL의 혈액을 내보낸다. 1분 동안 심장이 70회 박동한다면 1시간 동안 심장에서 나오는 혈액량은 얼마인가?

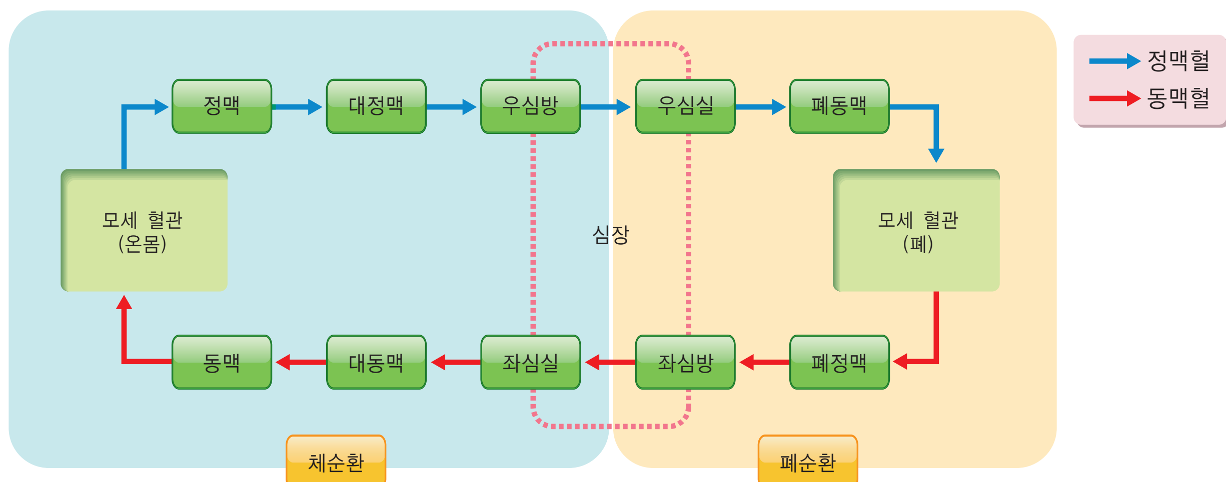


그림 Ⅳ-43 체순환과 폐순환



그림 Ⅳ-44 맥박을 재는 방법

운동량과 심장 박동

손가락으로 손목이나 턱 밑을 지긋하게 눌러 보면 혈관이 규칙적으로 움직이는 것을 느낄 수 있다. 이것은 심장 박동이 동맥을 따라 전달되기 때문이다. 심장 박동에 의해 혈액이 혈관을 따라 흐를 때 동맥이 규칙적으로 움직이는 것을 **맥박**이라고 한다. 심장 박동 수와 맥박 수는 항상 일치하기 때문에 맥박 수를 측정하면 심장 박동 수를 확인할 수 있다.

교실에서 수업을 들을 때보다 체육 시간에 운동할 때 심장이 더 빠르게 뛴다. 상자 오르내리기를 반복한 후 맥박 수를 측정해 보면 운동을 할 때의 심장 박동이 휴식 상태의 심장 박동보다 더 빠른 것을 확인할 수 있다.

이처럼 운동을 하면 심장 박동이 빨라지는데, 그 이유는 무엇일까?

운동을 할 때에는 평소보다 더 많은 에너지를 필요로 한다. 근육 세포는 충분한 에너지를 얻기 위하여 영양소와 산소를 더 많이 소비하는데, 이때 이산화 탄소가 많이 생긴다. 따라서 심장은 우리 몸에 필요한 물질들을 빨리 운반하고, 많아진 이산화 탄소를 폐로 보내기 위해 평소보다 빠르게 움직여야 한다. 운동을 심하게 할수록 심장 박동이 빨라지는 것도 이런 이유 때문이다.

맥박은 나이, 운동량, 건강 상태 등에 따라 달라질 수 있으며, 맥박 수와 맥박의 세기 등을 이용하여 건강 상태를 진단할 수도 있다. 맥박 수는 휴식 상태일 때보다 격렬한 운동을 할 때 더 증가한다.

건강할 때에는 심장 박동이 규칙적으로 일어난다. 만일 심장 박동이 불규칙하다면 심장의 건강 상태를 의심해 보아야 한다.

잠깐 체크 맥박이 생기는 이유는 무엇인가?





그림 Ⅳ-45 상자 오르내리기

자기 주도 학습

개념 확인하기

❶ 좌심실 벽이 두꺼움으로써 이로운 점은 무엇인가?

❷ 혈액의 순환 경로 중에서 체순환이 하는 일은 무엇인가?

생활 속 문제 해결하기

어떤 마라톤 선수의 심장을 살펴보았더니 일반인보다 심실이 더 크게 발달되어 있었다. 심실이 발달하면 운동 전과 비교했을 때 어떤 점에서 유리할지 토의해 보자.

STEAM 융합

심근 경색을 수술 없이 치료한다.

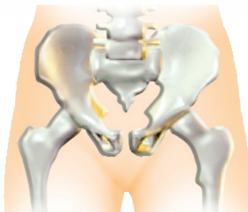


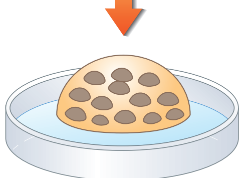
심장이 계속해서 박동하려면 영양소와 산소를 공급받아야 한다. 심장을 감싸고 있는 혈관을 심장 동맥이라고 한다. 동맥 경화로 심장 동맥의 일부분이 완전히 막히면 심장은 산소와 영양소를 제대로 공급받지 못하게 되어 심장 근육이 죽는다. 이러한 질병을 심근 경색이라고 하는데, 심근 경색은 빨리 치료하지 않으면 심장 마비로 사망할 수도 있다.

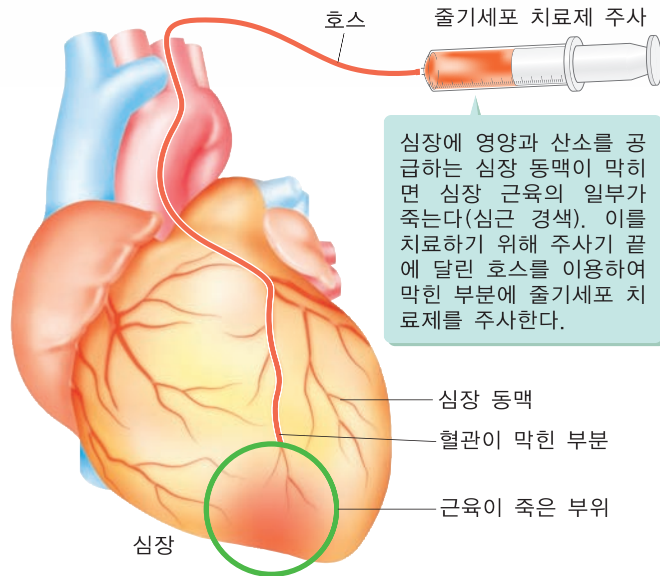
미국에서는 매년 약 85만명의 심근 경색 환자가 새로 생기고 있으며, 그중 20 % 이상이 사망한다고 한다. 우리나라에서도 매년 7만 명 이상의 환자가 새로 생기고 있다.

국내의 한 벤처 기업에서 세계 최초로 심근 경색을 치료할 수 있는 줄기세포 치료제를 개발하였다. 그동안 피부나 연골 등을 대체하는 세포 치료제는 여러 나라에서 개발되었지만, 심근 경색 세포 치료제의 개발에 성공한 것은 우리나라가 처음이다.

지금까지 심근 경색은 스텐트(그물망)를 혈관에 집어넣어 심장 동맥을 확장시킨 다음, 약물 치료를 꾸준히 하는 것이 일반적이었다. 그러나 줄기세포 치료제는 심근 경색 환자의 골수에서 채취한 혈액을 이용해서 만든다. 먼저 혈액에서 줄기세포를 찾아낸 다음 3~4주 정도 배양한다. 그 후 이 배양액을 심근 경색 환자의 손상된 심장 혈관에 직접 주사해서 치료한다. 임상 실험 결과 심장에서 나오는 혈액량이 증가한 것으로 나타났다.







⊗ 줄기세포 치료제를 이용한 치료 방법

2 호흡과 배설

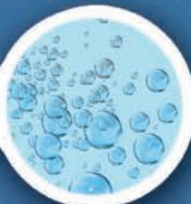
» 중단원 미리 보기



호흡 운동

폐에 작은 구멍이 생기면 공기가 가슴막 안으로 유입되어 폐를 누른다. 그 결과 폐는 정상적인 경우보다 확장되지 못하여 호흡 운동이 어려워진다. 호흡 운동이 정상적으로 이루어지지 않으면 어떤 일이 일어날까?







사람은 왜 물고기처럼 물속에서 살지 못할까? 높은 산에서는 왜 숨쉬기가 힘들까?

사람은 음식이나 물을 며칠씩 먹지 않고 견딜 수 있지만, 숨을 쉬지 않고는 몇 분도 견디지 못한다. 그 이유는 생명을 유지하기 위한 에너지를 만드는 데 산소가 반드시 필요하기 때문이다.



오줌량 조절

보통 사람은 하루에 약 2 L의 소변을 배설하지만 어떤 사람의 경우 비정상적으로 많은 양의 소변을 배설하기도 한다. 오줌의 양은 어떻게 조절되는 것일까?



단백뇨

단백질이 포함된 오줌을 단백뇨라고 한다. 건강한 사람의 경우에는 오줌을 통해 단백질이 배설되지 않는다. 단백뇨 증상을 보이는 사람은 콩팥의 어느 부분에 이상이 있는 것일까?



2-1 호흡 기관과 호흡 운동의 원리


학습 목표

- 호흡 기관의 구조와 기능을 설명할 수 있다.

동규는 시험공부 때문에 며칠 동안 책상 앞에만 앉아 있다가 굳어진 몸을 풀기 위해 가까운 공원으로 향하였다.

"어, 공원에 언제 이런 운동 기구들이 생겼지? 사람들이 꽤 열심히 운동을 하고 있네. 어디 나도 오랜만에 몸 좀 풀어 볼까?"

동규는 여러 가지 기구를 이용하여 운동을 하였다. 그런데 얼마 지나지 않아 온몸에서 땀이 나고 숨이 찼다. 왜 운동을 하면 땀이 나고 숨이 차는 것일까?

달리기나 줄넘기와 같이 몸을 움직이는 운동을 하면 숨이 찬다. 또한 수영을 할 때 숨을 참으면 1분도 지나지 않아 곧바로 숨을 몰아쉬게 된다. 이와 같은 현상은 호흡 운동과 관련이 있다. 호흡 운동을 통해 숨을 들이마시는 들숨과 숨을 내쉬는 날숨이 가능해진다. 우리는 호흡 운동을 통해 산소가 많은 신선한 공기를 얻고, 이산화 탄소가 많은 공기를 내보낸다. 호흡 기관에는 어떤 것이 있으며, 호흡 운동은 어떻게 일어나는 것일까?

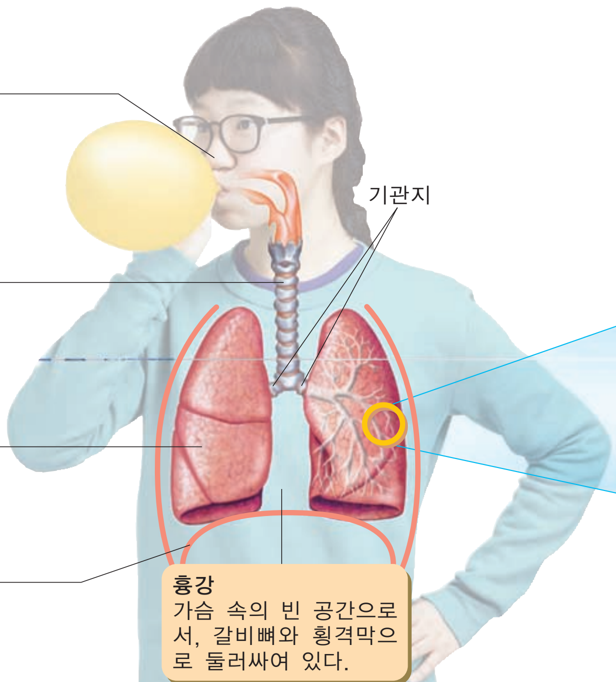


그림 Ⅳ-46 사람의 호흡 기관

호흡 기관

사람의 호흡 기관은 코, 기관, 기관지, 폐로 이루어져 있다. 우리가 들이마신 공기는 입과 코로 들어와 기관을 지나 기관지를 거쳐서 폐로 들어간다.

공기의 출입구 역할을 하는 코는 그 속에 많은 털과 점액이 있어서 공기 속의 먼지와 세균 등을 걸러 낸다. 기관은 목구멍에서 폐까지 이어진 공기 통로로서, 가슴 부분에서 두 개의 기관지로 갈라져 양쪽 폐로 들어가 더욱 가느다란 세기관지로 나누어진다. 기관의 상피 세포는 섬모를 가지고 있고 점액을 분비한다. 기관의 섬모와 점액은 코에서 걸러지지 않은 미세한 공기 속의 이물질을 제거한다.

세기관지 끝에는 포도송이 모양의 폐포가 있다. 폐포는 한 층의 세포로 이루어진 얇은 공기주머니로서, 바깥쪽은 그물 모양의 모세 혈관으로 둘러싸여 있다. 폐로 들어온 공기 중의 산소는 폐포에서 모세 혈관으로 이동한다.

비슷한 크기의 포도송이와 사과에서 나온 껍질의 넓이를 비교해 보면 포도송이에서 나온 껍질의 넓이가 더 넓다. 이처럼 폐포는 표면적이 매우 넓어 공기 중의 산소를 효과적으로 얻을 수 있다.

3~4억 개의 폐포로 구성된 폐는 좌우에 한 쌍이 있으며, 갈비뼈와 횡격막으로 둘러싸여 있다.

기관의 안쪽 벽



기관과 기관지의 안쪽 벽에는 섬모가 많이 나 있어 먼지 등의 이물질을 걸러 낸다. 걸러진 이물질은 점액에 섞여 섬모 운동에 의해 목구멍 쪽으로 밀려 올라가 몸 밖으로 배출되는데, 이것이 가래이다.

잠깐 체크 기관지의 점액을 입쪽으로 밀어 올리는 역할을 하는 것은 무엇인가?

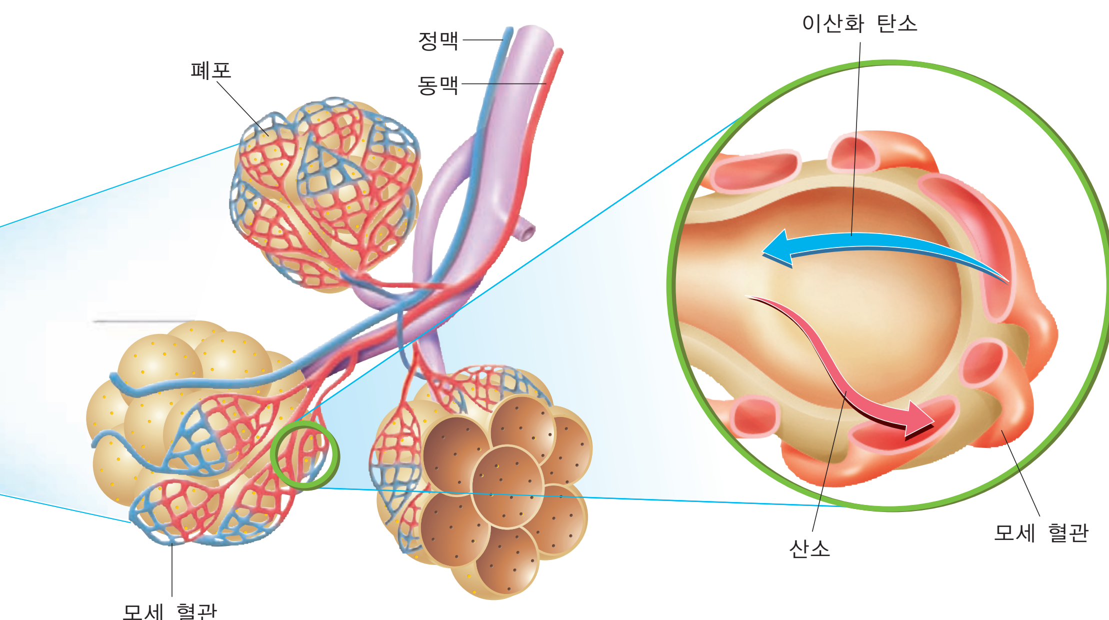


그림 Ⅳ-47 폐포의 구조_ 포도송이 모양의 폐포는 한 층의 세포로 이루어진 얇은 공기주머니이다.



호흡 운동의 원리

심장은 근육 운동을 통해 혈액을 온몸으로 내보낼 수 있다. 그러나 폐에는 근육이 없어 스스로 호흡 운동을 할 수 없다. 우리 몸은 횡격막과 갈비뼈의 움직임으로 생기는 압력 변화에 의해 호흡 운동을 한다. 이러한 호흡 운동의 원리에 대하여 알아보자.



해 보기 폐 모형

만들기

|준비물|

투명한 페트병, Y자관, 큰 고무풍선 1개, 작은 고무풍선 2개, 구멍 뚫린 고무마개, 가위, 칼, 테이프

|과정|

❶ 반으로 자른 투명한 페트병을 준비한다.
❷ Y자관 양쪽에 작은 고무풍선을 끼운다.
❸ Y자관을 페트병 입구의 고무마개 구멍에 끼운다.
❹ 큰 고무풍선의 둥근 부분을 잘라 내고 입구를 묶은 다음 페트병 아랫부분에 씌운다.
❺ 큰 고무풍선이 빠지지 않도록 테이프를 이용하여 단단히 고정시킨다.
❻ 모형 아래쪽에 있는 풍선을 위로 밀어 올렸다가 놓기를 반복한다.

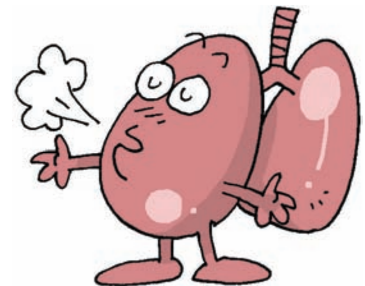


|해석|

과정 ❻에서 페트병 속의 부피와 압력은 어떻게 변하는지 정리해 보자.


풍선을 위로 밀어 올린다.


밀어 올렸던 풍선을 놓는다.



구분	페트병 속의 고무풍선의 부피 변화	압력 크기 비교
풍선을 위로 밀어 올렸을 때		페트병 내부 ◯ 페트병 외부
밀어 올렸던 풍선을 놓았을 때		페트병 내부 ◯ 페트병 외부

흉강은 위로는 어깨뼈, 옆으로는 갈비뼈, 아래로는 횡격막이라는 근육으로 둘러싸인 공간을 말하며 그 안에 폐가 위치하고 있다. 따라서 폐로 공기가 드나드는 것은 갈비뼈와 횡격막의 움직임에 의해 일어난다.

폐 모형에서 고무막을 위로 밀어 올리면 안에 있는 작은 풍선이 쪼그라드는데, 이것은 날숨과 같다. 실제로 숨을 내쉴 때에는 갈비뼈 사이의 근육에 의해 갈비뼈가 내려가고 횡격막이 올라가 흉강이 좁아진다. 그 결과 흉강의 압력이 높아져 폐에서 몸 밖으로 공기가 밀려나간다. 반대로 밀어 올렸던 고무막에서 손을 떼면 안에 있는 작은 풍선이 부풀어 오르는 것을 볼 수 있는데, 이것은 들숨과 같다. 실제로 숨을 들이마실 때에는 갈비뼈 사이의 근육에 의해 갈비뼈가 올라가고 횡격막이 내려가 흉강이 넓어진다. 그 결과 흉강의 부피가 증가하면서 압력이 낮아져서 폐 속으로 공기가 들어온다.

이처럼 사람의 호흡 운동으로 폐의 압력과 대기압의 차이가 발생하면서 날숨과 들숨이 반복된다. 일반적으로 성인은 1분 동안 약 18회의 호흡 운동을 하며, 매번 약 500 mL의 공기를 들이마시고 내보낸다.

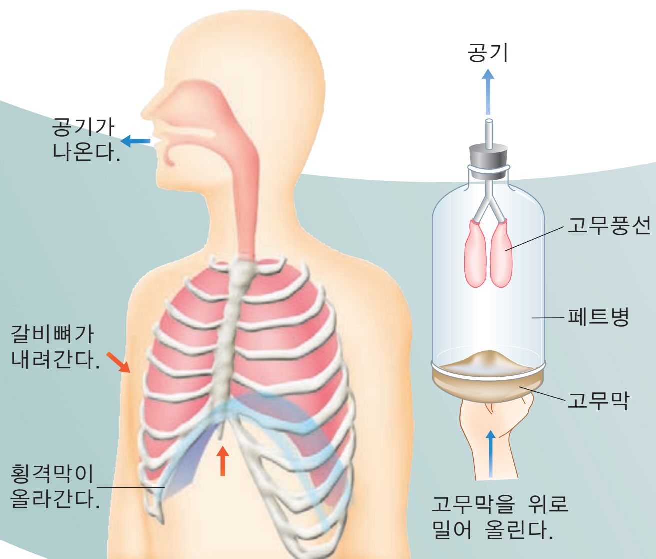


그림 Ⅳ-48 숨을 내쉴 때(날숨)_ 흉강의 부피가 작아지면서 압력이 커져 공기가 몸 밖으로 나간다.

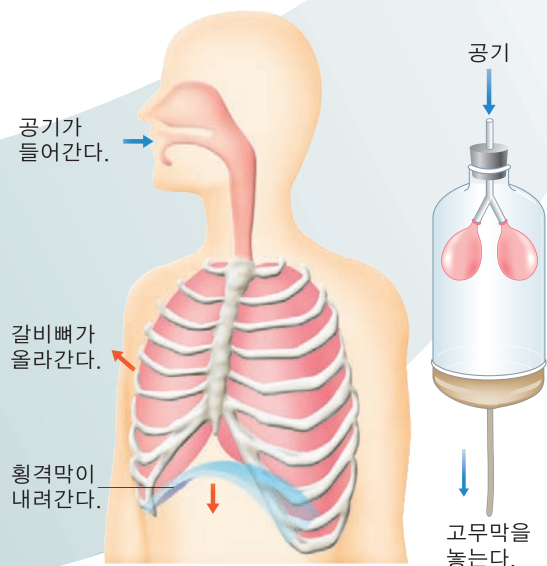


그림 Ⅳ-49 숨을 들이마실 때(들숨)_ 흉강의 부피가 커지면서 압력이 작아져 폐로 공기가 들어간다.

자기 주도 학습

개념 확인하기

❶ 공기가 폐로 들어오는 경로를 써 보자.

❷ 폐가 수많은 폐포로 구성되어 있어 유리한 점은 무엇인가?

과학과 건강 연관 짓기

우리가 호흡을 할 때 입으로 숨을 쉬는 것과 코로 숨을 쉬는 것 중 어느 것이 건강에 더 좋은지 조사해 보자.

2-2 호흡과 에너지









학습 목표

- 외호흡과 내호흡에서 기체 교환의 원리를 설명할 수 있다.
- 세포에서 산소를 이용하여 에너지를 얻는 과정을 설명할 수 있다.

우리가 들이마시는 공기에는 질소가 78 %, 산소가 21 %, 이산화 탄소가 0.03 % 정도 들어 있다. 반면, 내보내는 공기에는 질소가 78 %, 산소가 16 %, 이산화 탄소가 4 % 정도 들어 있다. 이와 같이 들숨과 날숨의 기체 성분이 다른 이유는 무엇일까?

폐 속으로 들어온 공기는 폐포에서 혈액과 만나 산소와 이산화 탄소를 서로 주고받는데, 이를 **기체 교환**이라고 한다. 폐포와 모세 혈관은 모두 한 겹의 세포층으로 이루어져 있어 산소와 이산화 탄소가 쉽게 통과한다.

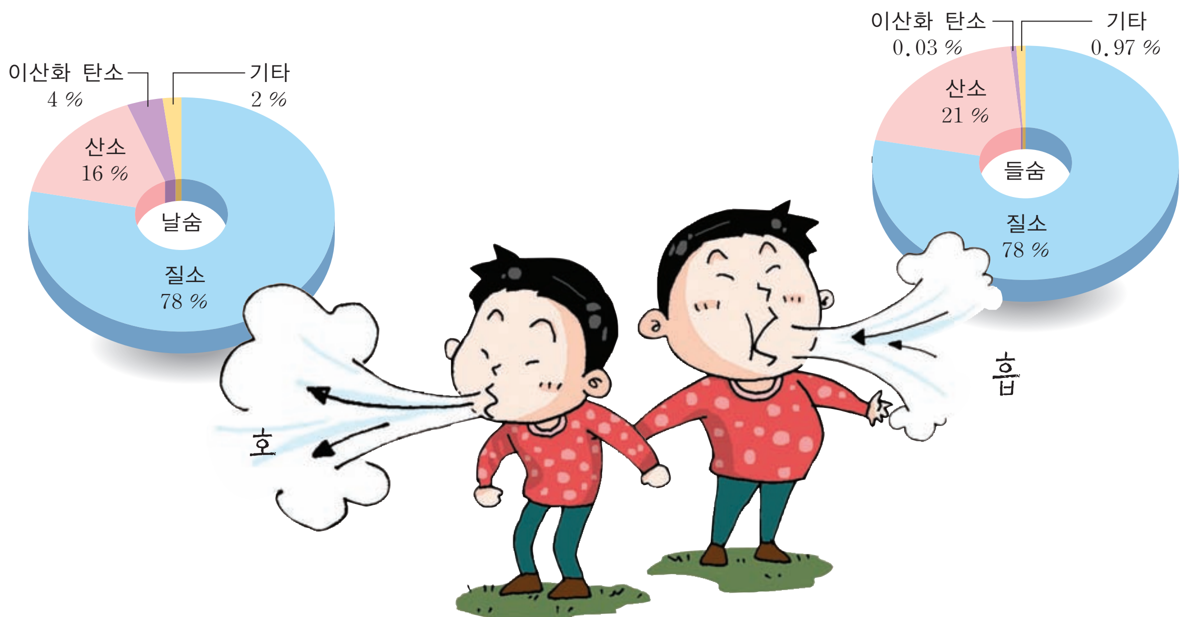


그림 Ⅳ-50 날숨과 들숨의 기체 성분

산소는 폐포에서 모세 혈관으로 들어가고, 반대로 이산화 탄소는 모세 혈관에서 폐포로 나온다. 이와 같이 폐포와 모세 혈관 사이에서 일어나는 기체 교환을 **외호흡**이라고 한다. 외호흡을 통해 폐포로 나온 이산화 탄소는 날숨을 통해 몸 밖으로 나간다.

폐에서 외호흡을 거쳐 산소를 공급받은 혈액은 조직 세포에 산소를 공급해 주고, 조직 세포로부터 이산화 탄소를 받는다. 이처럼 조직 세포와 모세 혈관 사이에서 일어나는 기체 교환을 **내호흡**이라고 한다. 우리 몸의 조직 세포는 외호흡과 내호흡을 통해 산소를 공급받고, 이산화 탄소를 몸 밖으로 내보낸다. 또 세포 내에서 산소를 이용하여 영양소를 분해하는데, 이 과정을 **세포 호흡**이라고 한다.

외호흡과 내호흡은 산소를 공급하고 이산화 탄소를 배출하기 위해 일어나는 가스 교환 과정이며, 에너지의 생성은 세포 속에서 세포 호흡에 의해 일어난다.



외호흡과 내호흡의 차이는 무엇인가?

그림 Ⅳ-51 기체의 교환과 이동 _ 폐포와 조직 세포에서 산소와 이산화 탄소의 교환이 이루어진다.

모세 혈관
산소
폐포
이산화 탄소
외호흡
폐포와 모세 혈관 사이의 기체 교환
조직 세포
모세 혈관
이산화 탄소
산소
내호흡
조직 세포와 모세 혈관 사이의 기체 교환
몸 밖
모세 혈관
산소
이산화 탄소
폐포
산소의 이동
심장
이산화 탄소의 이동
모세 혈관
산소
이산화 탄소
조직 세포



탐구 활동 들숨과 날숨의 이산화 탄소 농도 비교

목·표

들숨과 날숨 속의 이산화 탄소량을 측정할 수 있다.

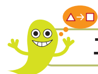
준·비·물

MBL 인터페이스, 통신 케이블, 센서 케이블, 이산화 탄소 센서, 컴퓨터, 비닐봉지, 고무줄, 가위, 스탠드, 부채



유·의·점

1. 비닐봉지 안의 공기가 외부로 빠져 나가지 않도록 주위를 밀폐해야 더 정확한 실험 결과를 얻을 수 있다.
2. 날숨을 불어넣을 때에는 입 주변을 비닐봉지의 입구로 잘 감싼 상태에서 숨을 불어넣는다.



과정

가. 이산화 탄소량 측정 장치 만들기

❶ 비닐봉지의 막힌 부분 중앙을 가위로 2 cm 정도 자른다.

❷ 이산화 탄소 센서를 비닐봉지에 넣어 구멍 바깥으로 감지 구멍만 나오게 한 다음 고무줄로 입구 부분을 잘 묶는다.

❸ 비닐봉지를 뒤집어 이산화 탄소 센서의 감지 구멍만 비닐봉지 안으로 들어가게 하고, 비닐봉지 속의 공기는 빼 준다.

❹ 이산화 탄소 센서를 스탠드에 고정시킨다.





나. 컴퓨터 접속 장치 준비하기

❶ 컴퓨터에 MBL 인터페이스 장치를 연결하고, 이산화 탄소 센서를 MBL 인터페이스 장치에 연결한다.

❷ 측정 간격을 2초, 실험 시간을 90초로 설정한다.

다. 자료 수집하기

〈실험 1〉 대기 중의 이산화 탄소량 측정

❶ 비닐봉지의 입구를 열고 부채질을 하여 대기 중의 공기를 비닐봉지에 충분히 담는다.

❷ [실험 시작] 버튼을 눌러 이산화 탄소 센서를 작동시킨다.

❸ 자료 수집이 끝나면 비닐봉지 속의 공기를 빼 준다.



〈실험 2〉 평상시의 날숨 속 이산화 탄소량 측정

❶ 비닐봉지의 입구 부분을 손으로 감싼 다음 비닐봉지 속으로 숨을 충분히 불어넣는다.

❷ 공기가 새어 나가지 않도록 비닐봉지의 입구를 잘 잡고, [실험 시작] 버튼을 누른다.

❸ 자료 수집이 끝나면 비닐봉지 속의 공기를 빼 준다.

〈실험 3〉 운동을 한 후, 날숨 속 이산화 탄소량 측정

❶ 1분 동안 제자리 뛰기를 한다.

❷ 제자리 뛰기를 멈추고 비닐봉지의 입구 부분을 손으로 감싼 후 비닐봉지 속으로 숨을 충분히 불어넣는다.

❸ 공기가 새어 나가지 않도록 비닐봉지의 입구를 잘 잡고, [실험 시작] 버튼을 누른다.

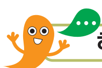




결과

들숨과 날숨 속의 이산화 탄소량의 변화를 아래 표에 정리해 보자.

구분	대기 중 (들숨) 이산화 탄소량(%)	날숨 속 이산화 탄소량(%)	이산화 탄소의 변화량(%)
평상시			
운동을 한 후			



해석 창의 · 인성

들숨과 날숨의 공기 조성이 다른 이유에 대하여 토의해 보자.

확산
물이 담긴 비커에 잉크 방울을 떨어뜨리면 그림과 같이 잉크 방울이 점차 퍼져 나가고, 나중에는 물속에서 균일한 농도를 이루게 된다. 이와 같은 현상은 확산에 의해 일어난다.



폐와 조직 세포에서 산소와 이산화 탄소는 서로 반대 방향으로 이동한다. 어떻게 산소와 이산화 탄소가 반대 방향으로 이동할 수 있는 것일까?

향수 냄새나 꽃향기가 멀리 퍼져 나가는 것은 확산에 의한 현상이다. 확산은 농도가 높은 곳에서 농도가 낮은 곳으로 물질이 이동하는 현상이다. 폐와 조직에서 일어나는 기체 교환도 이러한 확산에 의해 일어난다.

온몸을 돌고 폐로 들어오는 혈액은 폐포 안보다 산소가 적고 이산화 탄소는 많다. 따라서 산소는 폐포에서 모세 혈관으로 확산되어 들어가고, 이산화 탄소는 모세 혈관에서 폐포로 확산되어 나간다. 반대로 조직 세포에서는 산소를 소모하고 이산화 탄소가 발생하므로 모세 혈관보다 산소가 적고, 이산화 탄소가 많다. 따라서 산소는 모세 혈관에서 조직 세포로 확산되어 들어가고, 이산화 탄소는 조직 세포에서 모세 혈관으로 확산되어 나온다.

과학 자료실 고산 적응



에베레스트와 같은 고산 지대에서는 무엇보다 힘든 것이 산소 부족이다. 고산 지대는 1,800~6,000 m 사이의 높이를 말한다. 해수면 수준의 대기압은 760 mmHg이고, 산소 농도는 20.93 %이다. 이에 비해 높이가 1,800 m인 곳의 대기압은 610 mmHg이고, 산소 농도는 17 % 정도이다. 또한 해발 6,000 m에서 대기압은 354 mmHg이고, 산소 농도는 9.5 % 정도이다. 6,000 m 이상의 높이를 극고도라고 하는데, 이 높이에서는 산소 부족으로 사람이 살 수 없다.

고산 지대 환경에 인체가 적응하지 못해 발생하는 질병이 '고산병'이다. 고산병에 걸리면 머리가 아프고 식욕이 떨어지며 심리적으로 불안정해진다. 이때 산소 마스크를 활용하면 도움이 된다. 전문가들이 높은 산을 올라갈 때 일정한 고도마다 베이스캠프를 설치하는 이유도 고산병을 예방하기 위해서이다. 베이스캠프에 머무는 동안 휴식, 자전거 타기, 걷기, 달리기 등의 단계적인 훈련을 거쳐 고산 지대의 환경에 점차 적응하는 것이다.

고도가 높은 곳에서 며칠간 생활하면 점차 산소가 부족한 환경에 적응하기 위해 몸속에서 여러 가지 반응들이 일어나는데, 이것을 '생리적 순화'라고 한다. 고도가 낮은 곳에 살던 사람이 에베레스트처럼 높은 산을 등반하기 위해서는 반드시 이 과정이 필요하다. 그러나 셰르파와 같이 고도가 높은 곳에 사는 부족들은 생리적 순화를 거치지 않고도 높은 산을 오를 수 있다.


셰르파


산소 마스크를 착용한 모습

우리가 생명을 유지하고 활동하기 위해서는 끊임없이 에너지가 공급되어야 한다. 우리는 이 에너지를 영양소로부터 얻는다. 영양소로부터 에너지를 얻기 위해서는 무엇이 필요할까?

과자를 연소시키면 과자 속 영양소에 들어 있는 에너지가 빛과 열로 나오는데, 이 과정에는 산소가 필요하다. 세포에서도 영양소를 분해하여 그 속에 들어 있는 에너지를 얻으려면 산소가 필요하다. 우리는 호흡 운동을 통해 에너지를 내는 데 필요한 산소를 지속적으로 얻는다.

세포 안에서 산소와 영양소를 이용하여 에너지를 만드는 작용인 세포 호흡은 미토콘드리아에서 일어난다. 세포 호흡에 이용되는 영양소는 탄수화물, 지방, 단백질이다. 세포 호흡을 통해 이런 영양소가 분해되면 에너지가 나오면서 물과 이산화 탄소가 생긴다. 세포 호흡으로 얻은 에너지는 다양한 생명 활동에 이용된다. 에너지는 운동이나 생장, 체온 유지 등에 이용하기도 하지만 우리 몸을 이루는 물질을 합성할 때에도 에너지가 이용된다.

연소
공기 중에서 물질이 빛이나 열을 내면서 빠르게 산소와 결합하는 반응이다.



그림 Ⅳ-52 과자의 연소_ 연소가 일어나기 위해서는 산소가 필요하다.

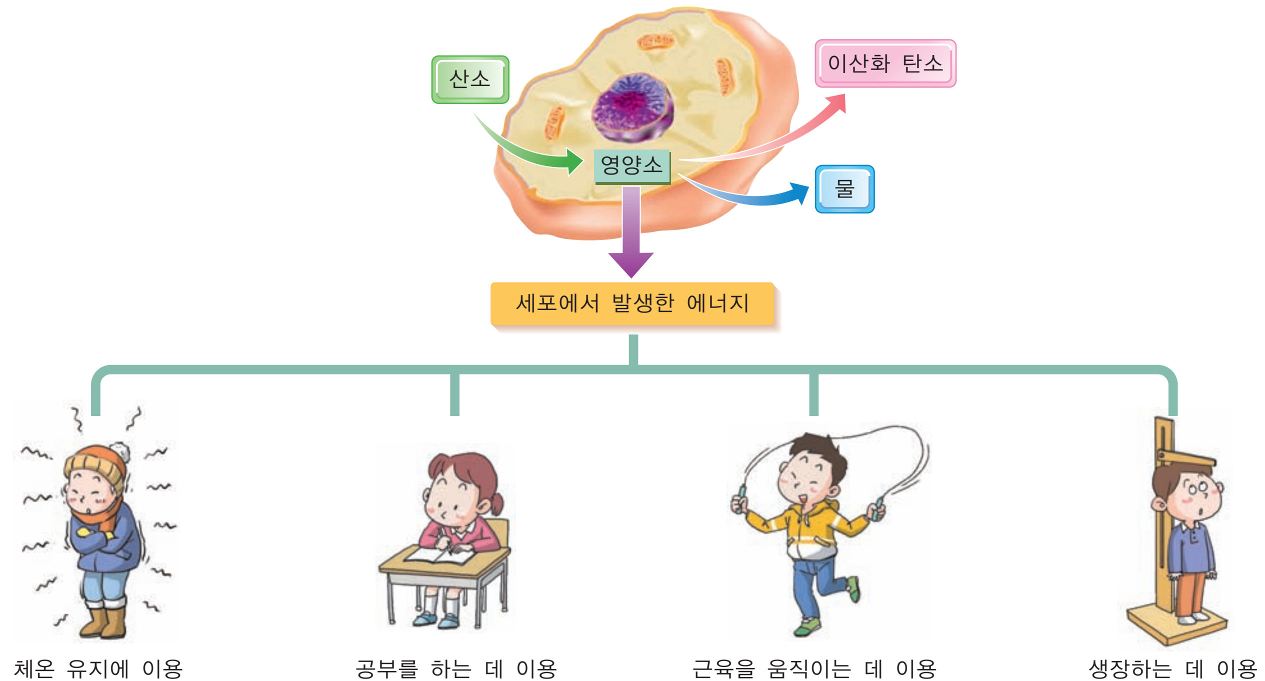


그림 Ⅳ-53 에너지의 이용

자기 주도 학습

개념 확인하기

호흡을 통해 생성된 에너지는 어떤 생명 활동에 이용되는가?

과학과 생활 연관 짓기

달리는 사람과 자동차가 각각 음식물과 연료에서 에너지를 얻는 과정을 비교하여 설명해 보자.

2-3 노폐물의 배설





학습 목표

- 콩팥의 구조와 기능을 설명할 수 있다.
- 콩팥에서 오줌이 생성되는 과정을 설명할 수 있다.

학교든 집이든 우리가 생활하는 곳이면 어디든지 쓰레기가 발생한다. 쓰레기를 제때 버리지 않으면 생활 환경이 오염되어 건강에 해롭다. 쓰레기를 버릴 때에는 재활용할 수 있는 것과 재활용할 수 없는 것을 구분하여야 자원의 낭비를 줄일 수 있다.

우리 몸속에서도 생명 활동 결과 끊임없이 노폐물이 생긴다. 이러한 노폐물에는 어떤 것이 있을까? 또한 이것은 어떻게 몸 밖으로 내보내질까?



더 자세히

대변도 배설일까?
대변을 통해 내보내는 것은 몸속에서 생긴 노폐물이 아니라 소화되지 않은 찌꺼기이다. 따라서 대변을 내보내는 것은 배설과는 다른 배출 작용이다.

노폐물의 생성과 배설

물을 많이 마신 날에는 화장실을 자주 가게 된다. 마신 물과 오줌의 성분은 같을까?

몸속으로 흡수된 3대 영양소는 조직 세포에서 산소와 반응하여 에너지를 내는데, 이 과정에서 노폐물이 생긴다. 몸에 노폐물이 쌓이면 건강에 해로우므로 몸 밖으로 내보내야 한다. 노폐물은 혈액을 통해 콩팥으로 운반되어 물과 함께 몸 밖으로 내보내는데, 이것이 오줌이다. 이처럼 몸속에서 생긴 노폐물을 내보내는 작용을 **배설**이라고 하며, 배설을 담당하는 기관을 **배설 기관**이라고 한다.

과학 자료실 오줌이 노란 이유?





산소를 운반하는 적혈구는 수명이 다하면 간과 지라에서 파괴되어 없어진다. 적혈구 속의 헤모글로빈이 파괴될 때 철과 쓸개즙의 색소인 빌리루빈이라는 물질이 생기게 되는데, 이 빌리루빈이라는 물질은 노란색을 띠고 있다.

빌리루빈이 만들어지면 일단 쓸개에 모였다가 십이지장을 거쳐 대변으로 나가거나 콩팥에서 걸러져 오줌으로 나가게 된다. 그래서 대변이나 오줌의 색이 노란색을 띠는 것이다.

만약 오줌의 색깔이 진한 갈색이나 붉은색이라면 배설 과정에 문제가 발생했다는 신호이므로 전문의를 찾아가 검사를 받아야 한다.

우리는 하루에 약 2 L의 오줌을 몸 밖으로 배설한다. 우리가 오줌을 통해 몸 밖으로 배설하는 주요 노폐물은 물과 요소이다. 오줌의 성분을 보면 물이 95 % 정도를 차지하고, 나머지 5 % 정도가 요소, 무기 염류 등이다.

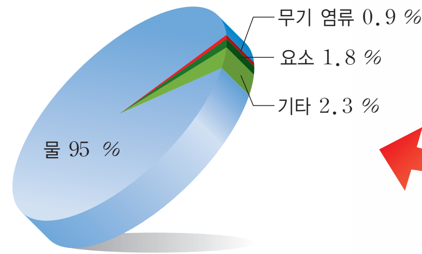


그림 Ⅳ-54 오줌의 성분비

세포에서 탄수화물과 지방이 분해되면 물과 이산화 탄소가 생기고, 단백질이 분해되면 물과 이산화 탄소와 함께 암모니아가 생긴다. 이산화 탄소는 혈액에 의해 폐로 운반되어 날숨으로 배설되고, 물은 몸속에서 사용되거나 날숨, 땀, 오줌 등으로 배설된다. 땀의 대부분은 물이고 약간의 요소와 무기 염류가 포함되어 있다. 하지만 땀은 배설보다는 체온 조절의 역할이 더 크다. 암모니아는 독성이 강하기 때문에 간에서 독성이 약한 요소로 바뀌게 된다. 요소는 콩팥에서 걸러진 후 오줌에 섞여 몸 밖으로 배설된다.

잠깐 체크 오줌 속의 요소는 어떤 영양소가 분해된 것인가?

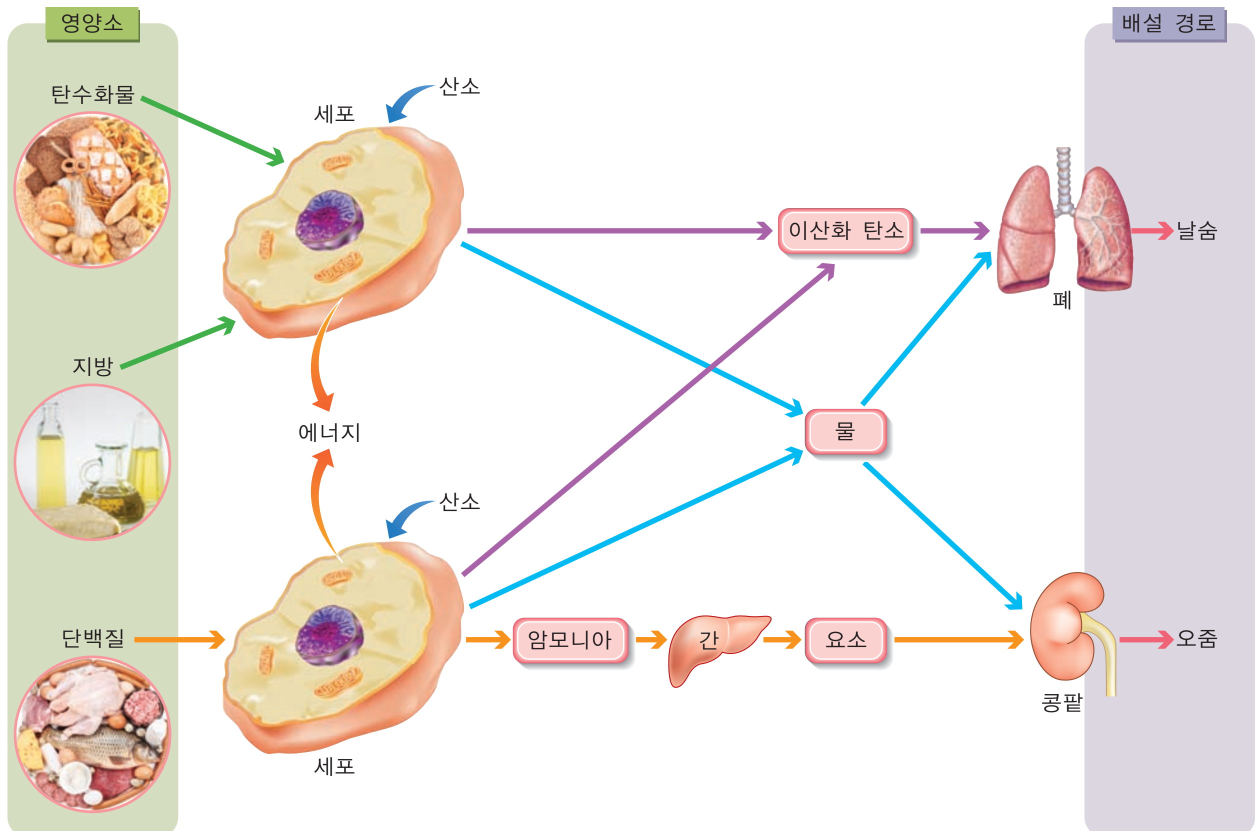


그림 Ⅳ-55 노폐물의 생성과 배설

콩팥의 구조

사람의 배설 기관은 콩팥, 오줌관, 방광, 요도로 이루어져 있다.

콩팥은 주먹만한 크기로 강낭콩 모양이며, 등쪽 허리의 바로 위 양쪽에 한 개씩 모두 두 개가 있다. 심장에서 나온 혈액은 콩팥 동맥을 통해 콩팥으로 들어가서 노폐물이 걸러진 다음 콩팥 정맥으로 나와 심장으로 간다. 콩팥에서 걸러진 노폐물은 오줌이 되어 오줌관을 통해 방광으로 이동한다. 골반의 가운데에 위치한 방광은 속이 빈 근육질의 기관으로서, 오줌을 모았다가 일정한 양이 되면 요도를 통해 몸 밖으로 내보내는 일을 한다.

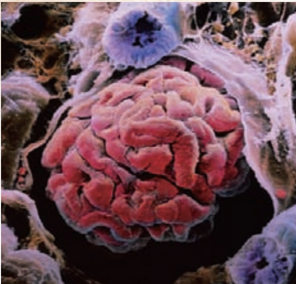


그림 Ⅳ-56 **사구체**_ 모세 혈관이 실타래처럼 뭉친 덩어리(×400)

콩팥의 일부를 확대해 보면 콩팥 겉질, 콩팥 속질, 콩팥 깔때기의 세 층으로 이루어져 있다. 콩팥 겉질에는 모세 혈관이 실타래처럼 뭉쳐져 있는 형태인 **사구체**와 사구체의 바깥을 싸고 있는 **보먼주머니**가 분포한다.

콩팥 속질에는 긴 세뇨관이 분포한다. 콩팥 깔때기는 오줌이 모이는 곳이다. 콩팥 겉질과 콩팥 속질에 있는 사구체, 보먼주머니, 세뇨관으로 이루어진 구조를 **네프론**이라고 한다. 네프론은 콩팥에서 오줌을 만들어 내는 기본 단위이며, 콩팥 하나당 약 100만 개가 들어 있다.

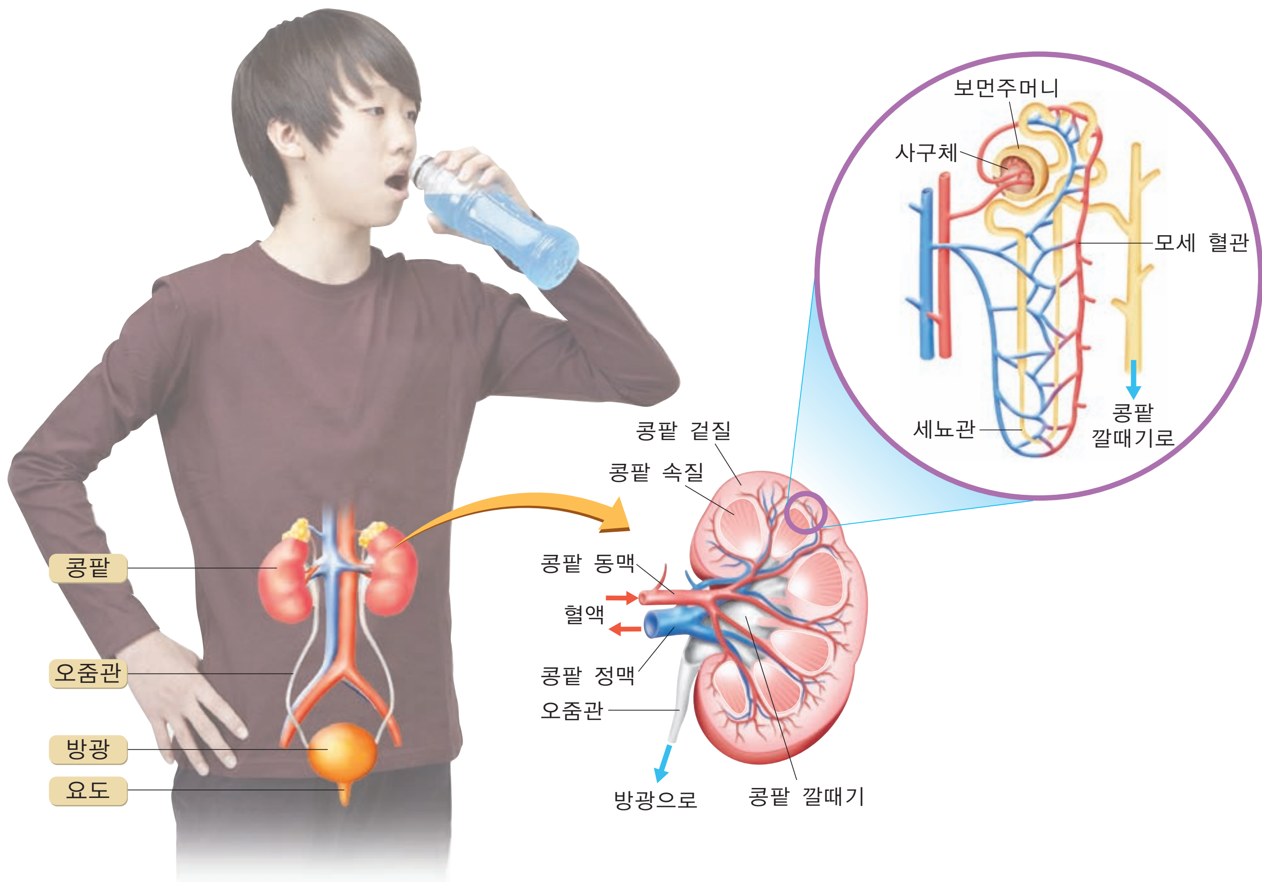


그림 Ⅳ-57 사람의 배설 기관의 구조

오줌의 생성과 배설

세포 호흡 결과 생성된 노폐물은 혈액에 의해 콩팥으로 운반된다. 혈액 속에는 노폐물뿐만 아니라 포도당과 같은 영양소도 섞여 있는데, 콩팥은 어떻게 노폐물을 골라 오줌으로 배설하는 것일까?

콩팥에서 오줌을 생성하는 과정은 쓰레기를 재활용하는 과정과 유사하다. 일상생활에서 생긴 쓰레기는 쓰레기장에 버려지고, 그곳에서 필요한 것들은 다시 재활용된다. 콩팥에서도 이와 비슷한 과정이 일어난다.

콩팥으로 들어온 혈액 성분 중 일부는 압력에 의해 사구체에서 보먼주머니로 빠져나가는데, 이 과정을 **여과**라고 한다. 여과되는 물질은 포도당이나 요소와 같이 크기가 작은 물질이고, 혈구와 단백질 같은 크기가 큰 물질은 여과되지 않는다.

여과된 성분에는 요소와 같은 노폐물도 있지만, 포도당이나 아미노산과 같은 몸에 필요한 물질들도 포함되어 있다. 필요한 물질들은 쓰레기를 재활용하는 것처럼 세뇨관에서 모세 혈관으로 다시 흡수되는데, 이 과정을 **재흡수**라고 한다.

또 사구체에서 미처 여과되지 못하고 혈액에 남아 있는 노폐물 등 일부 성분들은 다시 한 번 버려지는데, 이 과정을 **분비**라고 한다. 분비는 모세 혈관에서 세뇨관으로 일어난다. 여과, 재흡수, 분비의 과정을 거쳐 생성되는 오줌은 콩팥 깔때기에 모여서 오줌관을 통해 방광으로 이동한 후 몸 밖으로 배설된다.

스스로 해결하기
사람의 배설 기관은 (   ), 오줌관, 방광, 요도로 이루어져 있다.

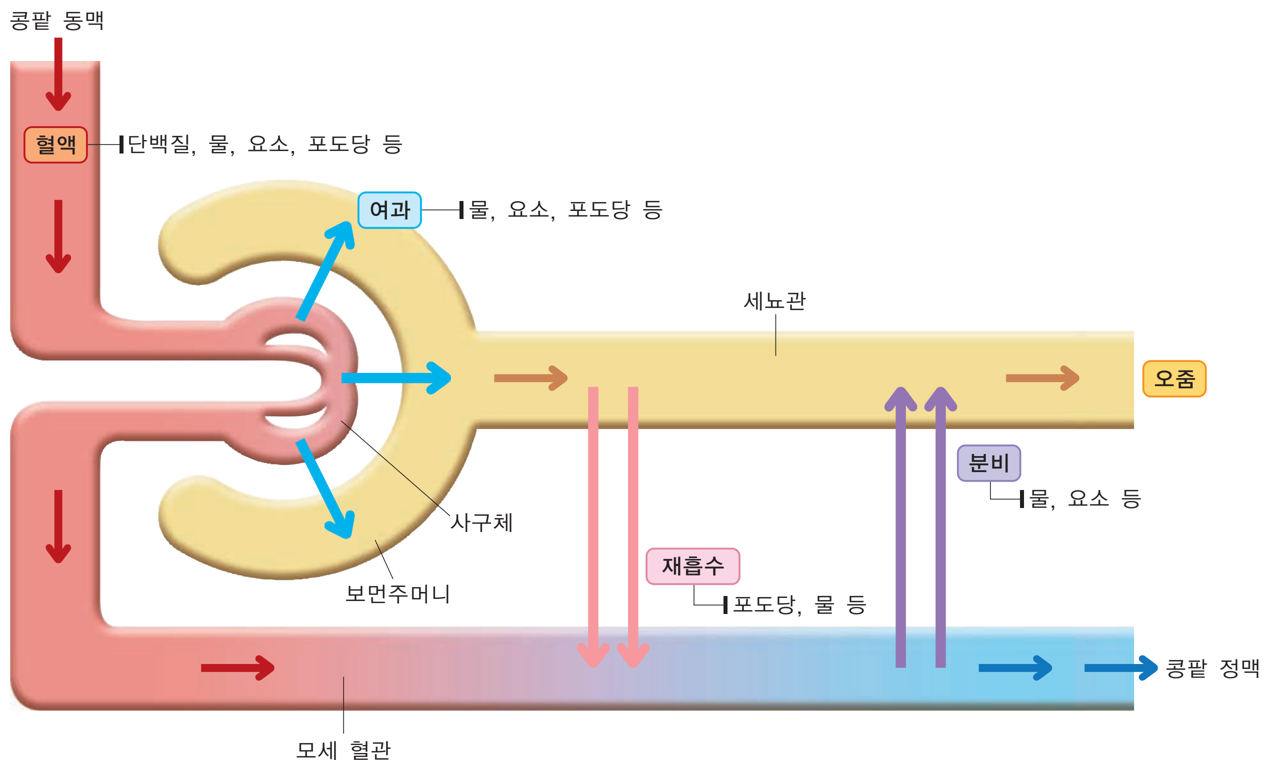


그림 Ⅳ-58 **오줌이 생성되는 과정**_ 여과, 재흡수, 분비 과정을 거쳐 오줌이 생성된다.

오줌의 조절 기능

체액
혈액을 포함하여 몸속에 있는 액체를 통틀어 체액이라고 한다.

우리는 매일 음료수나 음식물을 통해 물을 섭취한다. 또한 몸속에서 영양소가 분해되는 과정에서도 물이 생성된다. 이렇게 몸속에서 생명 활동에 쓰이고 남은 양만큼의 물은 땀, 날숨, 오줌, 대변 등을 통해서 몸 밖으로 나간다.

평상시 우리 몸에서 물이 가장 많이 나가는 경로는 오줌으로서, 몸속 물의 양은 오줌에 의해 일정하게 유지된다. 그러나 오줌을 통해 물을 너무 많이 내보내게 되면 몸속 물의 양이 부족해져서 갈증을 심하게 느끼거나 탈수, 피부 건조 등의 증상이 나타날 수 있다.

물을 많이 마시면 몸속에 여분의 물의 양이 많아지게 되어 오줌의 양이 증가한다. 반대로 땀을 많이 흘려 몸속에 물이 부족해지면 오줌의 양이 줄어들어 몸에서 빠져나가는 물의 양이 감소한다. 오줌은 몸속에 있는 물의 양과 함께 무기 염류의 양도 조절하여 체액의 농도를 일정하게 유지한다.



몸속 물의 양이 정상보다 적은 경우 물의 섭취량과 배설량은 어떻게 달라지는가?

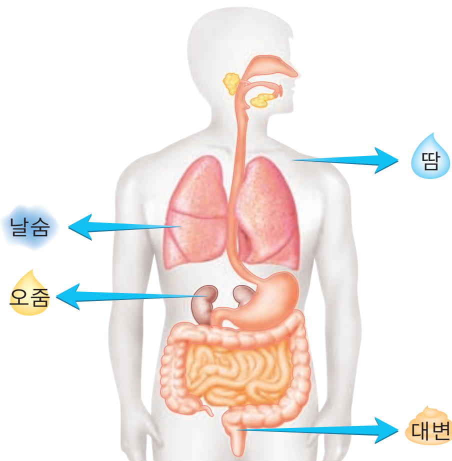


그림 Ⅳ-59 우리 몸에서 방출되는 물

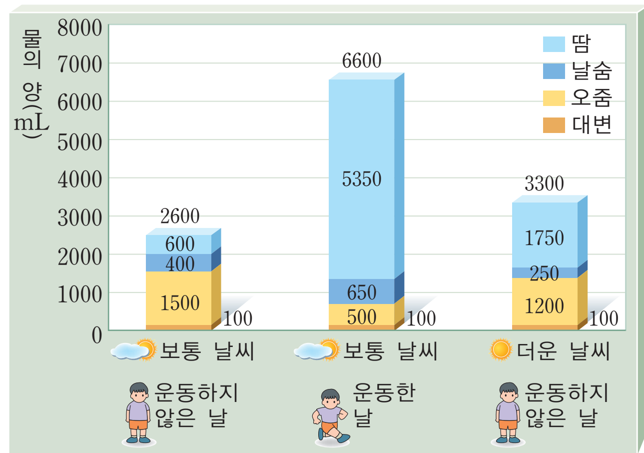


그림 Ⅳ-60 성인의 하루 물 배출량

자기 주도 학습

개념 확인하기

❶ 3대 영양소가 분해되어 생긴 노폐물 중 오줌으로 배설되는 것은 무엇인가?

❷ 오줌에 혈구나 단백질이 섞여 있다면 콩팥의 어떤 기능에 이상이 생긴 것인가?

과학과 생활 연관 짓기

❶ 음식을 짜게 먹은 경우 오줌의 양과 농도는 어떻게 달라지는가?

❷ 여름철과 겨울철에 땀과 오줌의 양은 어떻게 달라지는가?

STEAM 융합

소변 검사

건강 검진을 할 때 실시하는 소변 검사를 통해 어떤 질병을 알 수 있을까?

소변 검사에는 스틱 시험지 검사, 요침사 현미경 검사, 24시간 요수집 검사가 있다.

스틱 시험지 검사는 소변을 용기에 담은 다음 스틱 시험지의 측정 부분을 소변에 담근 후 꺼낸다. 약 60초 후에 시험지의 색깔 변화를 기준표의 색과 비교하여 질병을 판정한다. 스틱 시험지에는 11가지의 측정 부분이 있다. 이것을 통해 빌리루빈, 단백질, 포도당, 백혈구, 바이타민 C 등을 검사할 수 있다. 이 검사를 통해 콩팥 질환, 당뇨병, 방광염 등을 판단할 수 있다.

요침사 현미경 검사는 오줌을 현미경으로 직접 관찰하는 검사이다. 소변을 스포이트로 시험관에 담아 원심 분리를 한 후 바닥에 가라앉은 침전물을 현미경으로 관찰하는 방법이다. 현미경으로 소변을 직접 관찰함으로써 혈뇨나 염증 세포, 암세포 등을 확인할 수 있다.

24시간 요수집 검사는 하루 동안 보는 소변을 모아서 하루 중 소변으로 빠져나가는 여러 가지 물질의 양을 측정하고, 콩팥의 사구체 여과율도 측정한다. 보통은 아침에 시작하여 다음 날 아침까지 보는 소변을 모아 검사한다. 하루 동안 단백뇨가 얼마나 배출되는지 정확하게 측정하는 데 이용하기도 한다.

소변 검사는 다른 검사에 비해 간단하게 자신의 건강 상태를 점검할 수 있다. 그러므로 소변 검사를 할 때에는 진지한 태도로 검사에 임해야 한다.



스틱 시험지 검사_ 스틱 시험지를 이용하여 여러 가지 질환을 체크할 수 있다.



요침사 현미경 검사_ 소변을 원심 분리한 후 가라앉은 침전물을 현미경으로 관찰한다.

2-4 우리 몸에서 일어나는 일


학습 목표

- 생명 활동에 필요한 에너지 생산과 관련하여 소화, 순환, 호흡, 배설을 통합적으로 설명할 수 있다.

주말을 이용하여 근교의 산에 가 보면 절벽에 아슬아슬하게 매달려 암벽 등반을 하는 사람들을 볼 수 있다. 팔과 다리의 근육을 많이 쓰는 암벽 등반은 손잡이가 될 만한 곳을 붙잡고 두 다리로 몸을 지지하며 조금씩 올라가는 운동이다. 이 높은 곳의 암벽을 오르는 데 사용되는 에너지를 얻기 위해 우리 몸에서는 어떤 일이 일어날까?

절벽에 매달리거나 중력을 거슬러 위로 올라가기 위해서는 자기 체중을 극복할 수 있는 근육 운동이 일어나야 한다. 이를 위해서는 많은 에너지가 필요하다. 그 외에도 우리 몸에 필요한 물질을 합성하거나 공부와 같은 정신 활동을 하고, 몸의 체온을 일정하게 유지시키는 데 에너지가 사용된다.

여러 가지 활동에 필요한 에너지를 얻기 위하여 우리는 날마다 식사를 한다. 음식물 속에는 살아가는 데 필요한 영양소가 포함되어 있어서 우리 몸을 구성하는 물질이나 여러 활동에 필요한 에너지를 공급해 준다. 그렇다면 에너지는 몸속에서 어떻게 만들어지는 것일까?

에너지는 우리 몸을 구성하는 모든 세포에서 세포 호흡을 통해 만들어진다. 세포는 산소를 이용하여 영양소를 분해하는데, 이 과정에서 에너지를 방출한다. 우리 몸은 이 에너지를 이용하여 각종 생명 활동을 수행할 수 있다. 또한 세포 호흡을 통해 영양소가 분해되면 에너지뿐만 아니라 물이나 이산화 탄소와 같은 노폐물도 만들어진다.

세포 호흡이 일어나기 위해서는 먼저 음식물 속의 영양소가 세포로 흡수될 수 있도록 잘게 분해되는 소화 과정이 일어나야 한다. 이어서 폐를 통해 들어온 산소와 소장에서 흡수된 영양소는 순환계에 의해 세포로 운반된다. 세포 호흡의 결과로 만들어진 노폐물도 순환계에 의해 운반되어 호흡계와 배설계를 통해 몸 밖으로 나간다. 이처럼 우리 몸을 구성하고 있는 소화계, 순환계, 호흡계, 배설계는 서로 유기적으로 구성되어 생명 활동을 효율적으로 수행하고 있다.



그림 Ⅳ-61 암벽 등반



그림 Ⅳ-62 기관계의 유기적 구성_ 소화계, 순환계, 호흡계, 배설계는 서로 유기적으로 구성되어 있다.

자기 주도 학습

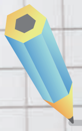
개념 확인하기

❶ 몸속으로 흡수된 영양소와 산소를 세포로 운반하는 것은 무엇인가?

❷ 세포에서 영양소를 분해하여 에너지를 만드는 과정을 무엇이라고 하는가?

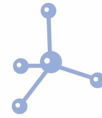
과학과 생활 연관 짓기

마라톤 선수가 완주를 할 경우 약 3 kg의 체중이 줄어든다고 한다. 그 이유를 생각해 보자.

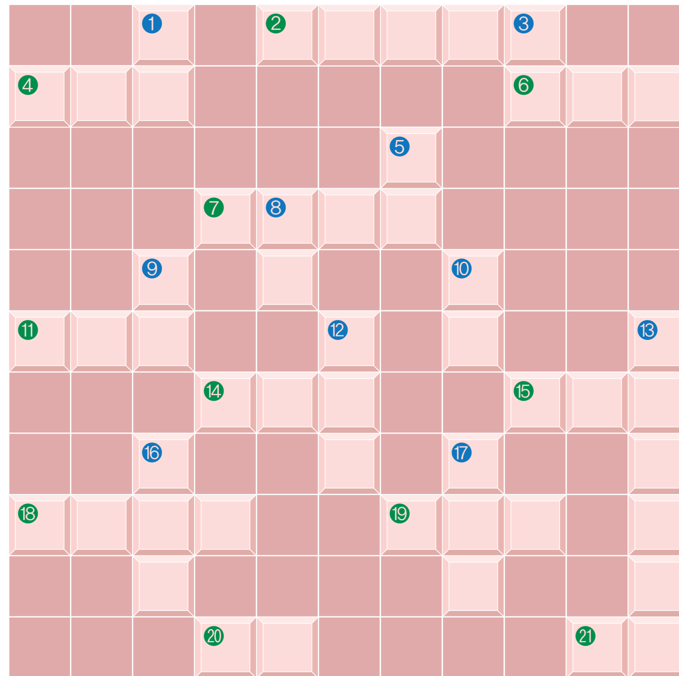


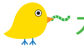
대단원 마무리

Ⅳ. 소화 · 순환 · 호흡 · 배설


개념 정리하기





가로 열쇠

❷ 적혈구에 있는 산소 운반 단백질

❹ 녹말을 구성하는 기본 단위로 단당류의 일종

❻ 혈구 성분의 하나로서, 혈액 응고에 관여함

❼ 위와 연결된 소장의 윗부분

⓫ 들숨이 일어날 때 아래로 내려가는 막

⓮ 융털에서 흡수된 지용성 영양소가 이동하는 관

⓯ 세뇨관에서 물, 포도당 등이 다시 모세 혈관으로 흡수되는 과정

⓲ 세포에서 에너지를 만드는 작용

⓳ 심장에서 대동맥이 연결된 방

⓴ 세기관지 끝에 있는 포도송이 모양의 주머니

㉑ 폐포와 모세 혈관 사이에 기체가 교환되는 원리



세로 열쇠

❶ 녹말이 아밀레이스에 의해 분해된 산물

❸ 혈액 속에 적혈구 수가 부족할 때 생기는 증상

❺ 혈액의 액체 성분

❽ 3대 영양소를 분해하는 효소를 모두 분비하는 소화 기관

❾ 정맥에서 혈액의 역류 방지 역할을 하는 부분

❿ 오줌 형성과 관련 있는 배설 기관

⓬ 연관성 있는 기관들이 모여서 구성된 집합체

⓭ 단백질의 기본 단위 중 체내에서 합성하지 못하여 반드시 음식물을 통해 흡수해야 하는 것

⓰ 폐포와 모세 혈관 사이에서 일어나는 기체 교환

⓱ 심장에서 대정맥과 연결된 방

개념 적용하기

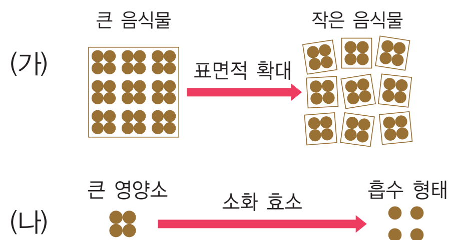


1 관련 있는 것끼리 선으로 연결하시오.

(1) 포도당 • • ㉠ 빈혈
(2) 바이타민 C • • ㉡ 아미노산
(3) 단백질 • • ㉢ 베네딕트 용액
(4) 철분 • • ㉣ 괴혈병
(5) 나트륨 • • ㉤ 수단 Ⅲ 용액
(6) 지방 • • ㉥ 고혈압

2 철수는 하루 동안 탄수화물 75 g, 단백질 80 g, 지방 200 g을 섭취하였다. 철수가 하루 동안 소비한 열량이 2,200 kcal라면 철수의 몸 상태는 어떻게 변했을까?

3 그림은 소화 과정을 나타낸 것이다.



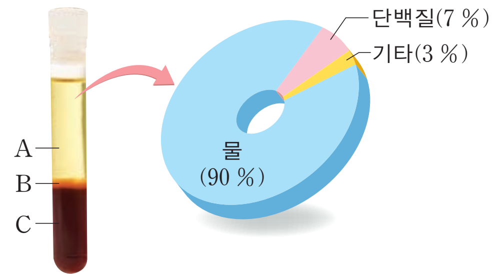
(1) (가)와 같은 방식의 소화가 일어나는 소화 기관을 두 개 쓰시오.

(2) 물질의 화학적 성질이 변하는 소화 과정은 어떤 것인지 기호를 쓰시오.

(3) (나)의 흡수 형태에 해당되는 것은?(정답 2개)

① 지방 ② 포도당
③ 철이온 ④ 아미노산
⑤ 바이타민 C

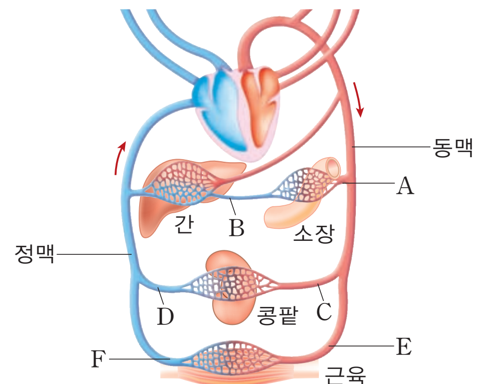
4 그림은 혈액을 원심 분리한 결과이다.



그림에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① A는 혈장이다.
② B에는 백혈구가 포함된다.
③ A보다 C에 산소가 더 많다.
④ 혈구의 대부분을 C가 차지한다.
⑤ C에는 지혈 작용을 하는 혈소판이 있다.

5 그림은 혈액 순환 경로를 나타낸 것이다.



(1) 식사를 한 후에 혈관 A와 혈관 B의 혈액에 포함된 포도당의 양을 비교하여 쓰시오.

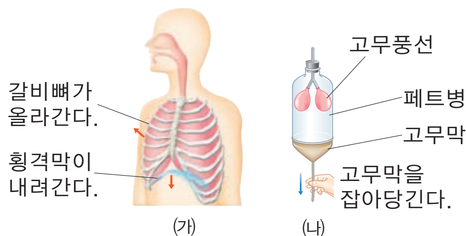
(2) 혈관 C와 혈관 D의 혈액에 포함된 요소의 양을 비교하여 쓰시오.

(3) 혈관 E와 혈관 F의 혈액에 포함된 산소와 이산화 탄소의 양을 각각 비교하여 쓰시오.

개념 적용하기



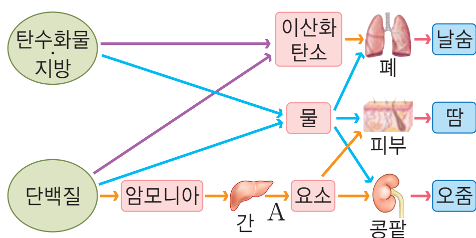
6 그림 (가)는 호흡 운동이 일어날 때 몸의 변화를 나타낸 것이고, (나)는 호흡 운동의 원리를 알아보는 모형이다.



그림에 대한 설명으로 옳은 것은?

① 날숨이 일어날 때이다.
② 폐의 부피가 감소한다.
③ 고무풍선은 횡격막에 해당한다.
④ 폐의 압력이 대기압보다 상대적으로 낮아진다.
⑤ 고무막을 잡아당기는 것은 갈비뼈가 내려가는 효과와 같다.

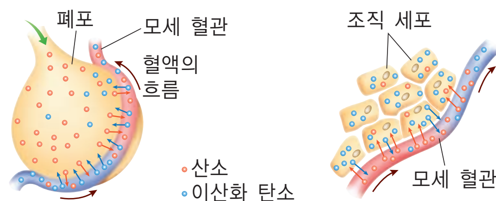
7 그림은 노폐물의 생성과 배설 경로를 나타낸 것이다.



A 과정이 일어나는 이유로 옳은 것은?

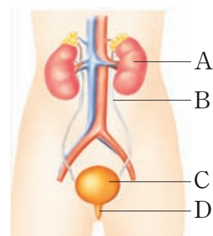
① 간에서 요소를 저장하고 있기 때문이다.
② 콩팥에서 암모니아는 배설되지 않기 때문이다.
③ 땀샘을 통해 요소를 배출할 수 있기 때문이다.
④ 암모니아는 독성이 강해 인체에 해롭기 때문이다.
⑤ 요소는 체액의 농도를 일정하게 유지해 주기 때문이다.

8 그림은 폐와 조직 세포에서 기체 교환이 일어나는 과정을 나타낸 것이다.



폐와 조직 세포에서 산소와 이산화 탄소가 교환되는 원리의 공통점은 무엇인지 설명하시오.

9 오른쪽 그림은 사람의 배설 기관을 나타낸 것이다. A~D에 대한 설명으로 옳은 것을 〈보기〉에서 있는 대로 고르시오.



보기

ㄱ. A는 콩팥으로서, 허리의 등쪽에 1개가 있다.
ㄴ. B는 세뇨관으로서, 재흡수가 일어나는 곳이다.
ㄷ. C는 방광으로서, 오줌을 저장하는 주머니이다.
ㄹ. D는 요도로서, 오줌이 몸 밖으로 나가는 통로이다.

10 표는 정상인의 혈장, 여과액, 오줌에 들어 있는 세 가지 성분 A, B, C의 농도를 나타낸 것이다.

(단위: g/100 mL)

성분	혈장	여과액	오줌
A	0.10	0.10	0.00
B	8.00	0.00	0.00
C	0.03	0.03	2.00

위 표에 대한 설명으로 옳은 것은?

① A는 사구체에서 보먼주머니로 여과되지 않는다.
② A는 여과된 후 모두 모세 혈관으로 재흡수된다.
③ B는 일부 여과되어 오줌으로 배설되는 물질이다.
④ B는 세뇨관에서 모세 혈관으로 100 % 재흡수된다.
⑤ C는 여과되지는 않지만, 분비되는 양이 아주 많다.

개념 응용하기

탐구력 기르기

1) 쓸개를 제거한 사람에게 식사를 제공하려면 어떻게 식단을 구성해야 하는지 쓰시오.

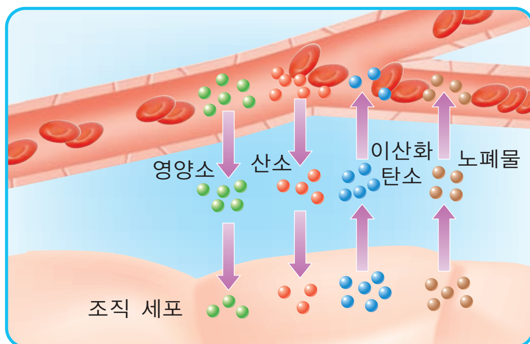
창의 · 인성 키우기

2) 그림은 시중에서 판매되는 먼지 제거 솔이다.
여러 개의 가느다란 섬유를 묶어 먼지를 제거하는 능력을 향상시킨 먼지 제거 솔을 소장의 융털과 연관지어 설명하시오.



탐구력 기르기

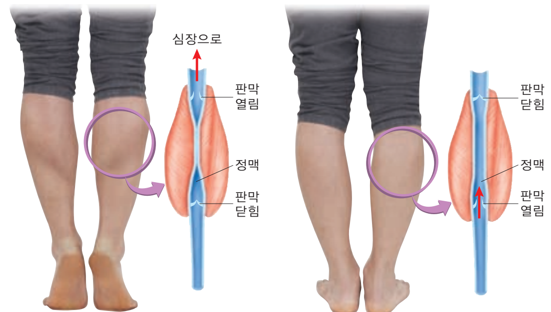
3) 그림은 모세 혈관과 조직 세포 사이의 물질 교환을 나타낸 것이다.



건강하게 살아가기 위해 혈액이 계속 순환해야 하는 이유를 간단히 설명하시오.

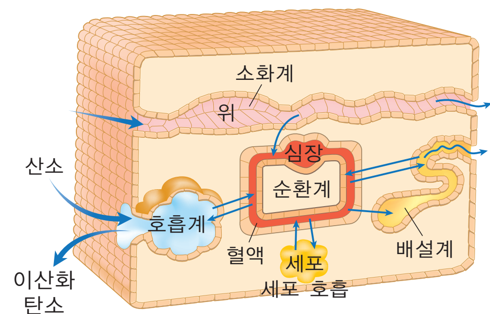
창의 · 인성 키우기

4) 그림은 다리 운동을 할 때 정맥을 통해 혈액이 이동하는 원리를 나타낸 것이다.



만약 오랜 시간 동안 움직이지 않고 서 있게 되면 뇌로 공급되는 산소가 부족해져서 갑자기 정신을 잃어 기절할 수도 있다. 그 이유를 위 그림을 참고하여 간단히 설명하시오.

5) 그림은 사람의 몸속에서 소화, 순환, 호흡, 배설 사이의 연관성을 나타낸 것이다.



탐구력 기르기

(1) 운동할 때 일어나는 근육 활동은 네 가지 기관(소화 기관, 순환 기관, 호흡 기관, 배설 기관)의 활동과 어떤 관련이 있는지 설명하시오.

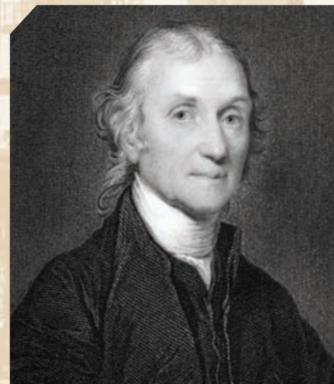
과학 글쓰기

(2) 소화, 순환, 호흡, 배설의 네 과정을 유기적으로 연결할 수 있는 단어를 위 그림에서 찾아 쓰고, 그 단어를 포함한 문장을 작성하시오.

프리스틀리(Priestley, J. ; 1733~1804)

영국의 신학자이자 화학자인 프리스틀리는 1774년에 산소를 발견하였다. 그는 일산화 질소, 이산화 질소 등의 질소 산화물과 염화 수소 기체도 발견하였고, 여러 가지 기체들의 특성을 연구하였다. 이산화 탄소의 성질을 연구하여 소다수를 처음 만든 사람도 프리스틀리이다.

그러나 프리스틀리는 산소를 발견한 과학자임에도 불구하고 물질이 탈 때 플로지스톤이라는 물질이 빠져나간다는 플로지스톤설을 신봉하기도 하였다.



V 물질의 특성

❖ 이 단원에서는

정유 공장에서 원유를 가열하면 끓는점 차에 의해 여러 가지 물질이 분리된다.

이 단원에서는 우리 주변의 물질들을 순물질과 혼합물로 구별하고, 순물질이 갖는 여러 가지 물질의 특성과 그 측정 방법을 알아보자. 또한 물질의 특성을 이용하여 혼합물을 순물질로 분리하는 방법을 익히고, 이러한 방법이 실제로 활용되는 예를 알아보자.

1

중단원 미리 보기

여러 가지 물질의 특성

순물질과 혼합물

산소는 한 가지 물질로 이루어져 있고, 암석과 공기는 여러 가지 물질이 섞여 있다. 한 가지 물질로 이루어진 것과 여러 가지 물질이 섞인 것을 각각 무엇이라고 하며, 어떤 것들이 있을까?

녹는점과 어는점

물은 0°C에서 얼고, 얼음은 0°C에서 녹는다. 녹는점과 어는점으로 물질을 구별할 수 있을까?

끓는점

물은 100°C에서 끓는다. 다른 물질들도 100°C에서 끓을까?

물, 공기, 암석 등과 같이 우리 주변에 존재하는 여러 가지 물질들은 한 종류의 물질로 이루어진 것도 있고, 여러 종류의 물질이 섞인 것도 있다. 이 물질들은 각각 어떤 특성을 가지고 있으며, 어떻게 구분할 수 있을까?

밀도

얼음은 물보다 밀도가 작아 물 위에 뜬다. 밀도는 무엇이며, 어떻게 측정할 수 있을까?

용해도

탄산음료에는 이산화 탄소가 녹아 있다. 물질마다 용해도에 차이가 있을까?

1-1 순물질과 혼합물



텔레비전을 보면 신선한 과일이나 채소만을 직접 갈아서 만든 100 % 순수한 주스라고 광고하는 경우가 종종 있다. 이 밖에도 순수한 천연 벌꿀 등과 같이 여러 가지 종류의 제품에서 '100 %', '순수한'이라는 말을 많이 접하게 된다. 이 경우 순수하다는 것은 과학적으로 순수하다는 것과는 다른 의미이다.

과학적으로 물질이 순수하다는 것은 어떤 의미일까?



학습 목표

- 우리 주변의 여러 가지 물질들을 순물질과 혼합물로 구분하고, 차이점을 설명할 수 있다.
- 혼합물을 균일 혼합물과 불균일 혼합물로 나눌 수 있다.

순물질

오렌지나 사과, 당근 등과 같은 과일이나 채소를 직접 갈아서 만든 주스라고 해도 한 종류의 물질만으로 이루어진 것은 아니다. 그 안에는 물, 섬유질, 색이나 맛을 내는 물질 등 여러 가지 물질이 섞여 있다.

물질이 순수하다는 것은 다른 물질이 섞이지 않고 한 가지 물질로 되어 있는 것을 말하며, 이와 같은 물질을 **순물질**이라고 한다.

우리 주변에는 어떤 순물질들이 있을까?

흔히 화학 약품보다는 천연 물질이 더 순수하다고 생각할 수 있으나, 자연 그대로 존재하는 대부분의 물질들은 여러 가지 물질이 섞여 있으며, 오히려 실험실의 약품들이 순물질인 경우가 많다.



그림 Ⅴ-1 시약장의 약품

순물질에는 실험실에서 사용하는 증류수, 에탄올, 염화 나트륨, 아이오딘 등과 같은 물질 외에도 음식을 만들 때 사용하는 설탕도 있다. 또 반지나 목걸이를 만들 때 사용하는 다이아몬드나 금, 연필심으로 사용하는 흑연, 공기에 포함되어 있는 산소나 이산화 탄소 등도 순물질이다.

증류수
물을 가열했을 때 발생하는 수증기를 냉각시켜 정제된 물이다.

순물질은 다시 한 가지 원소로 이루어진 물질과 화합물로 나눌 수 있다.

한 가지 원소로 이루어진 물질
홑원소 물질이라고도 한다.

한 가지 원소로 이루어진 물질은 더 이상 분해되지 않는 물질의 구성 성분으로서 나트륨, 아이오딘, 다이아몬드, 금, 산소 등이 있다. 그러나 자연계에 존재하는 순물질은 한 가지 원소로 이루어진 물질보다 두 가지 이상의 원소로 이루어진 물질이 훨씬 많다. 예를 들어 물은 산소와 수소가 단순히 섞여 있는 물질이 아니라 산소와 수소가 결합하여 만들어진 새로운 순물질이다. 따라서 산소나 수소의 성질을 나타내지 않고 물 고유의 성질을 나타낸다.

이렇게 두 가지 이상의 원소가 결합하여 새롭게 만들어진 순물질을 **화합물**이라고 한다. 자연계에 존재하는 원소는 92종류이지만, 화합물의 종류는 매우 많으며 계속 새로운 물질이 발견되거나 만들어져 그 종류가 점점 더 많아지고 있다.

잠깐 체크 주변에서 볼 수 있는 물질 중 한 가지 원소로 이루어진 물질과 화합물의 예를 각각 두 개씩만 써 보자.

그림 Ⅴ-2 순물질의 종류

한 가지 원소로 이루어진 물질		화합물



황(S)



은(Ag)



황화 은(Ag_2S)



나트륨(Na)



염소(Cl_2)



염화 나트륨(NaCl)



물질의 특성

음식 만들 때 사용하는 소금, 설탕, 밀가루, 고춧가루, 카레 가루, 후춧가루가 있다고 가정하자. 이 여섯 가지 가루를 어떻게 구별할 수 있을까?

이들은 음식에 들어가는 재료이기 때문에 맛을 보면 각각 어떤 가루인지 구별할 수 있다. 그리고 고춧가루는 빨간색을 띠면서 매운 냄새가 나고, 카레 가루는 노란색을 띠면서 특유의 냄새가 난다. 후춧가루는 대부분 진회색을 띠며, 약간 매콤한 냄새가 나기 때문에 색깔과 냄새만으로도 쉽게 구별이 가능하다. 그러나 소금, 설탕, 밀가루는 모두 흰색으로 비슷하고 냄새가 없기 때문에 손으로 만져 보거나 결정 모양을 자세히 관찰해야 구별할 수 있다.

소금



설탕



밀가루



그림 Ⅴ-3 흰색 가루의 결정 모양 비교

이와 같이 시각, 후각, 촉각 등과 같은 사람의 감각이나 돋보기와 같은 간단한 도구를 사용하여 구별할 수 있는 물질의 성질을 **겉보기 성질**이라고 한다. 그리고 어떤 물질을 다른 물질과 구별할 수 있게 해 주는 물질 고유의 성질을 **물질의 특성**이라고 한다.

그러나 맛, 색깔, 냄새, 모양 등의 겉보기 성질만으로 알 수 있는 물질의 특성은 매우 제한적이고, 그 특성을 정확하게 표현하기도 어렵다. 또 어떤 물질은 맛을 보면 안 될 뿐만 아니라 냄새를 맡거나 손으로 만지기만 해도 매우 위험할 수 있다.

따라서 몇 가지 간단한 조작을 통해 물질의 성질을 알아보기도 한다. 자석을 이용하여 물질이 자석에 붙는지를 알아보거나 전원 장치를 연결하여 전기가 통하는지, 물에 넣었을 때 녹는지, 힘을 가했을 때 부서지는지 늘어나는지 등을 관찰함으로써 다른 물질들과 구별되는 물질 고유의 특성을 알아볼 수도 있다.


자석에 붙는다.

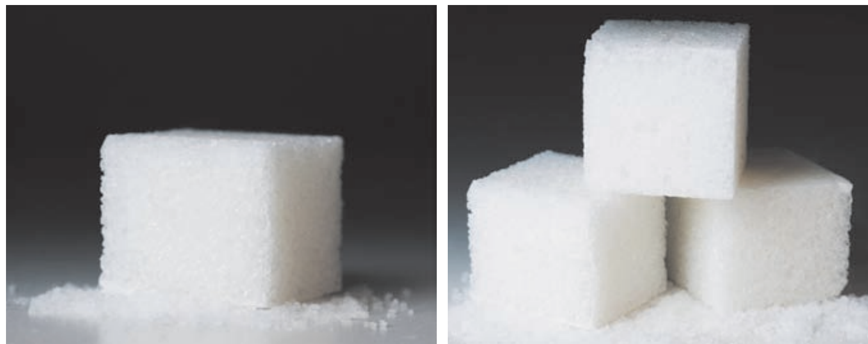

전류가 통한다.


두드려서 늘일 수 있다.

그림 Ⅴ-4 철의 몇 가지 성질

물질의 양을 나타내는 질량은 물질의 특성일까?

각설탕 한 개의 질량이 3 g일 경우 같은 종류의 각설탕 세 개의 질량을 재어 보면 9 g이 된다. 각설탕의 양이 많으면 질량이 커지고, 양이 적으면 질량은 작아진다. 이처럼 질량은 물질의 양에 따라 그 크기가 달라진다.



질량	3 g	9 g

그림 Ⅴ-5 각설탕의 수에 따른 질량 비교

스스로 해결하기
어떤 물질을 다른 물질과 구별할 수 있게 해 주는 물질 고유의 성질을 (　　　)(이)라고 한다.

부피도 마찬가지이다. 20 mL의 물이 담긴 눈금 실린더에 20 mL의 물을 더 넣으면 물의 부피는 40 mL가 되며, 물의 양에 따라 부피가 달라진다.

온도는 물질의 양에 따라 그 크기가 달라지지 않지만 물질의 특성이 될 수 없다. 50 mL의 물이 들어 있는 비커에 같은 온도의 물 50 mL를 더 넣어도 물의 온도는 변하지 않는다. 그러나 물을 가열하거나 냉각하면 온도가 달라진다. 물 이외의 다른 물질들도 가열 또는 냉각 과정에 따라 온도가 달라지기 때문에 온도는 물질의 특성이 될 수 없다.

이와 같이 물질의 특성이 될 수 없는 것에는 질량과 부피, 온도 외에도 길이, 넓이, 압력 등이 있다.

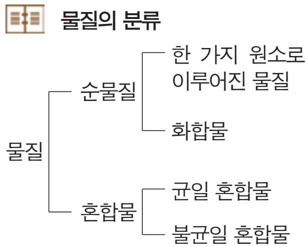
혼합물

물에 소금을 녹인 소금물은 맛을 보면 소금의 짠맛이 나고, 물에 설탕이 녹아 있는 설탕물은 단맛이 난다.

또 우리가 즐겨 마시는 사이다에는 물이 가장 많고 설탕, 이산화 탄소, 시트르산 등이 섞여 있다. 간장이나 식초에도 물이 가장 많이 들어 있으며, 간장에는 소금을 비롯하여 콩에서 얻을 수 있는 단백질 등 매우 많은 종류의 성분들이 포함되어 있다. 식초 역시 신맛을 내는 아세트산과 아주 적은 양의 알코올, 곡물에서 나온 여러 가지 물질들이 조금씩 섞여 있다.



그림 Ⅴ-6 혼합물의 예



이와 같이 두 가지 이상의 순물질이 본래의 성질을 그대로 가지고 섞여 있는 것을 **혼합물**이라고 한다.

순물질은 다른 물질과 구별되는 고유한 성질을 가진다. 그러나 혼합물은 성분 물질들이 순물질의 성질을 그대로 가지고 섞여 있기 때문에 각 순물질의 성질이 혼합되어 나타나며, 순물질의 혼합 비율에 따라 성질이 다르게 나타나기도 한다.

혼합물은 혼합된 상태에 따라 두 가지로 나눌 수 있다. 설탕이 물에 녹으면 설탕을 이루는 알갱이는 물에 고르게 퍼져 알갱이가 보이지 않는다. 마치 전체가 하나의 물질인 것처럼 보이며 각 순물질을 구별할 수 없다. 이에 비해 오렌지 주스는 각 성분 물질들이 고르지 않게 섞여 있으며, 시간이 지나면 가라앉는 물질도 생긴다.



그림 Ⅴ-7 균일 혼합물과 불균일 혼합물

설탕물처럼 각 성분 물질이 고르게 섞여 있는 혼합물을 **균일 혼합물**이라고 하고, 오렌지 주스처럼 각 성분 물질이 고르지 않게 섞인 혼합물을 **불균일 혼합물**이라고 한다. 균일 혼합물은 어느 부분을 취하여도 성분 비율이 같아서 색깔, 맛 등의 성질이 같고 오랫동안 두어도 가라앉는 것이 없다. 그러나 불균일 혼합물은 부분에 따라 성분 비율이 다르다.

균일 혼합물에는 공기, 식초, 바닷물, 청동이나 놋쇠와 같은 합금 등이 있고 불균일 혼합물에는 우유, 암석, 흙탕물, 혈액, 콘크리트 등이 있다.



그림 Ⅴ-8 화강암_ 석영, 운모, 장석 등의 광물들이 불균일하게 섞여 있다.

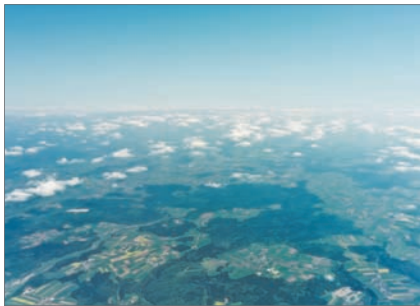


그림 Ⅴ-9 공기_ 질소, 산소, 아르곤, 이산화 탄소, 수증기 등이 균일하게 섞여 있다.



그림 Ⅴ-10 스테인리스강_ 철, 크로뮴, 니켈 등이 균일하게 섞여 있다.



그림 Ⅴ-11 혈액_ 물, 단백질, 포도당, 지방, 아미노산, 이산화 탄소 등 많은 물질들이 불균일하게 섞여 있다.

과학 자료실 합금

합금은 두 가지 이상의 원소로 이루어진 금속으로서, 두 가지 이상의 금속을 녹인 후 혼합하여 만들기 때문에 대표적인 균일 혼합물이다.

그러나 혼합물이 성분 물질의 성질을 나타내는 것과는 달리 어떤 합금은 성분 금속의 성질이 없어지거나 새로운 성질을 나타내기도 한다. 예를 들어 스테인리스강은 73～79 %의 철에 크로뮴, 니켈 등이 혼합된 것이지만 자석에 붙거나 쉽게 부식되는 철의 성질이 나타나지 않는다. 이와 같은 성질 때문에 어떤 합금들은 혼합물이라고 하기 어렵다. 그러나 각 금속의 비율이 일정하지 않기 때문에 화합물이 아니고 혼합물이다.



여러 가지 종류의 합금

자기 주도 학습

개념 확인하기	생활 속 문제 해결하기	과학과 기술, 사회 연관 짓기
혼합물의 예를 한 가지 들고, 그 혼합물에 포함된 순물질들을 써 보자.	주방에서 볼 수 있는 물질들 중 순물질과 혼합물을 두 가지씩 말해 보자.	물질을 혼합하는 것만으로도 새로운 소재를 개발할 수 있는 예를 조사해 보자.

1-2 녹는점과 어는점



학습 목표

- 녹는점과 어는점이 물질의 특성임을 설명할 수 있다.
- 녹는점과 어는점을 측정하여 물질이 녹거나 얼 때 일어나는 현상을 설명할 수 있다.

금은 공기 중에서 녹이 슬지 않고, 색이 그대로 보존되어 장신구를 만들 때 많이 사용한다. 고체 금속인 금으로 여러 가지 모양의 장신구를 만들기 위해서는 금을 녹인 다음, 주물 틀에 넣어 원하는 모양으로 만든다.

과연 금이 녹기 시작하는 온도는 몇 ℃일까?



순물질의 녹는점과 어는점



그림 V-12 버터의 가열

버터와 소금은 상온에서 모두 고체 상태이다. 버터와 소금을 가열하면 버터는 녹아서 액체가 되지만 소금은 가열해도 쉽게 녹지 않는다. 그 이유는 두 물질이 고체에서 액체로 변하는 온도가 다르기 때문이다.

지구 상에 있는 모든 물질은 상온에서 고체, 액체, 기체 중 한 가지의 상태로 존재한다. 따라서 상온에서의 물질의 상태로 물질을 구별하기는 어렵다. 그러나 버터와 소금처럼 같은 고체라도 액체로 변하는 온도가 다른 경우, 즉 상태가 변하는 온도는 물질을 구분하는 특성이 될 수 있다. 그러므로 물질이 온도에 따라 어떤 상태로 존재하는지 또는 어떤 온도에서 상태가 변하는지를 나타내면 물질을 구별할 수 있다.

스테아르산과 팔미트산의 녹는점과 어는점을 측정하여 물질을 어떻게 구별할 수 있는지 알아보자.



탐구 활동 스테아르산과 팔미트산의 녹는점과 어는점 측정

실험

목·표

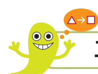
스테아르산과 팔미트산을 이용하여 녹는점과 어는점이 물질의 특성이 될 수 있음을 설명할 수 있다.

준·비·물

스테아르산, 팔미트산, 물, 비커, 시험관, 온도계, 쇠그물, 삼발이, 알코올램프(또는 핫플레이트), 전자저울, 약숟가락, 약포지, 스탠드, 집게, 초시계

유·의·점

1. 온도계의 구부가 시험관 벽에 닿지 않도록 주의한다.
2. 고체의 양이 너무 많으면 열이 전달되는 시간이 오래 걸리기 때문에 오차가 생길 수 있다.



과정

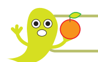


❶ 스테아르산 1 g을 시험관에 넣고 그림과 같이 물중탕으로 장치한다.

❷ 시험관을 가열하면서 30초 간격으로 온도를 측정한다.

❸ 온도가 일정하게 유지되는 구간이 나타난 후 다시 온도가 상승하면 가열을 멈추고 식히면서 온도 변화를 더 측정한다.

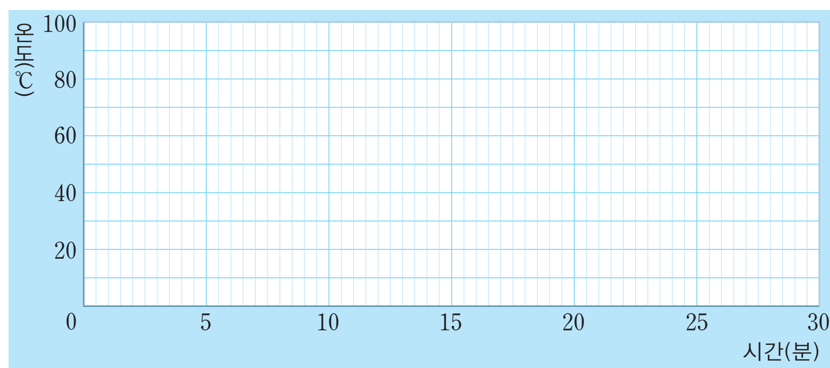
❹ 팔미트산을 이용하여 과정 ❶~❸을 실시한다.



결과

시간에 따른 온도 측정 결과를 표에 기록하고, 그래프로 나타내어 보자.

스테아르산	시간(분)										
	온도(℃)										
팔미트산	시간(분)										
	온도(℃)										



▲ 시간에 따른 스테아르산과 팔미트산의 온도 변화



해석

1 스테아르산과 팔미트산의 녹는점과 어는점은 각각 몇 ℃인가?

2 녹는점과 어는점으로 두 물질을 구별할 수 있는지 생각해 보고, 그 이유를 설명해 보자.

고체 물질이 가열되어 액체로 상태가 변할 때에는 열에너지를 상태 변화하는 데 사용한다. 따라서 융해 과정에서는 온도가 일정하게 유지되며 이때의 온도가 녹는점이다. 반대로, 액체 물질을 냉각할 때에는 열에너지를 방출하면서 고체로 상태가 변하는데 이때 일정하게 유지되는 온도가 어는점이다.

스테아르산이나 팔미트산과 같은 순물질은 일정한 온도에서 융해나 응고가 일어나기 때문에 녹는점과 어는점이 일정하다. 따라서 녹는점과 어는점은 물질을 구별할 수 있는 특성이며, 물질의 양이 달라지더라도 녹는점과 어는점은 변하지 않는다.

스스로 해결하기
순물질의 녹는점과 어는점은 (   )하기 때문에 물질을 구별하는 특성이 된다.

표 Ⅴ-1 여러 가지 물질의 녹는점

물질	녹는점(℃)	물질	녹는점(℃)
에탄올	−114.1	아세트산	16.6
메탄올	−97.5	알루미늄	660.3
수은	−38.8	염화 나트륨	800.7
브로민	−7.2	금	1,064.2
얼음	0.0	철	1,538.0

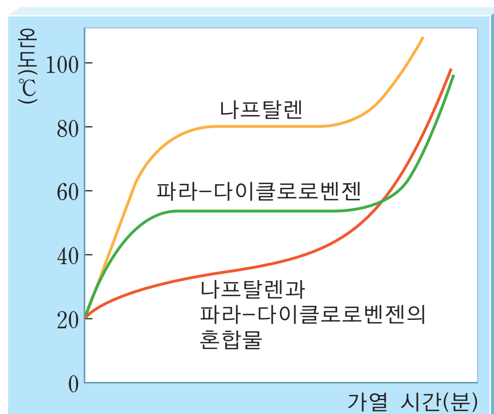
(자료: CRC Handbook)

혼합물의 녹는점과 어는점

순물질은 녹는점과 어는점이 일정한데, 혼합물의 녹는점과 어는점은 어떠할까?

녹는점이 서로 다른 두 물질의 혼합물은 일정한 온도에서 녹지 않는다. 나프탈렌과 파라-다이클로로벤젠의 혼합물은 두 물질의 녹는점과 다른 온도에서 녹기 시작한다. 융해가 일어나는 동안에도 온도가 일정하게 유지되지 않고 계속 변한다. 또 어는점이 0°C인 물과 녹는점이 약 801°C인 소금을 혼합한 소금물을 냉각하면 0°C 보다 낮은 온도에서 얼기 시작한다. 그리고 응고하는 동안에도 온도가 계속 내려가며, 물과 소금의 비율에 따라 얼기 시작하는 온도도 다르다.

이와 같이 혼합물의 녹는점과 어는점은 순물질과 달리 일정하지 않으며, 이를 통해 순물질과 혼합물을 구분할 수 있다.



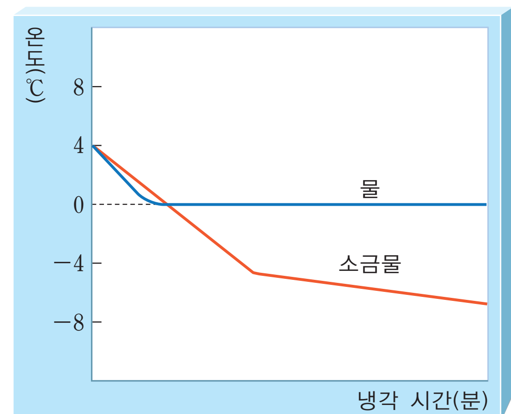


그림 Ⅴ-13 순물질과 혼합물의 가열 · 냉각 곡선

겨울철 눈이 많이 오는 도로에 염화 칼슘을 뿌리는 것을 종종 볼 수 있다. 염화 칼슘이 물에 녹으면 어는점이 낮아지기 때문에 추운 날씨에도 눈이 얼지 않아 길이 미끄러워지는 것을 방지할 수 있다. 또 자동차의 엔진은 열이 많이 나기 때문에 냉각수를 엔진 주위에 순환시켜서 식혀 준다. 그런데 추운 겨울에 냉각수가 얼면 자동차가 고장날 수 있기 때문에 일반적으로 냉각수에 에틸렌 글라이콜이라는 물질을 넣어 사용한다. 냉각수에 에틸렌 글라이콜을 넣은 혼합물은 어는점이 낮아져서 추운 날씨에도 얼지 않기 때문에 부동액이라고 부른다. 부동액은 보통 −20°C 정도가 되어야 언다.


그림 Ⅴ-14 염화 칼슘 살포

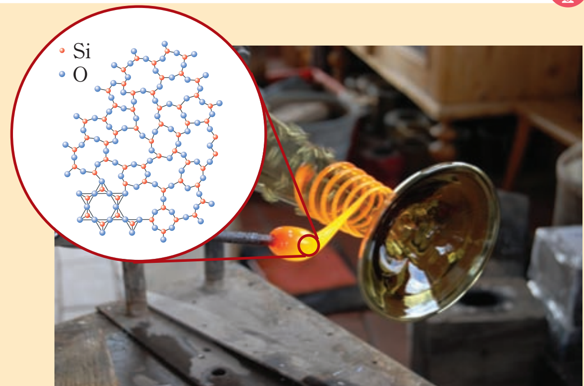

그림 Ⅴ-15 부동액 주입

과학 자료실 녹는점이 일정하지 않은 순물질



엿은 가열되면 얼음처럼 일정한 온도에서 녹지 않고, 점차 말랑말랑해지다가 잘 늘어나는 단계를 거쳐 마침내 액체로 변한다. 이와 같은 성질을 갖는 고체를 비결정성 고체라고 하며, 이에는 유리, 플라스틱, 고무 등과 같은 물질들이 있다.

비결정성 고체의 구성 입자들은 액체처럼 자유롭게 움직일 수는 없으나, 입자의 배열이 불규칙적이다. 그래서 물질의 각 부분마다 상태 변화를 위해 흡수해야 하는 열에너지의 크기가 달라, 한 물질인데도 물질의 각 부분이 서로 다른 온도에서 녹기 때문에 순물질이지만 녹는점이 일정하지 않다.



유리의 구조

자기 주도 학습

개념 확인하기

얼음의 녹는점과 물의 어는점을 비교해 보자.

생활 속 문제 해결하기

똑같이 생긴 병에 각각 주스와 물을 넣고 냉동실에서 얼리면 어느 것이 먼저 얼게 될까?

과학과 기술, 사회 연관 짓기

뷰테인은 어는점이 −138°C이며, 어떤 물질은 어는점이 −200°C 이하인 것도 있다. 이렇게 낮은 온도는 어떻게 만들 수 있는지 조사해 보자.

1-3 끓는점


학습 목표

- 끓는점이 물질의 특성임을 설명할 수 있다.
- 끓는점을 측정하여 기화가 일어날 때 일어나는 현상을 설명할 수 있다.

라면은 밥 대신 또는 야식으로 즐겨 먹는 음식 중의 하나이다. 라면을 맛있게 끓이는 방법은 사람마다 조금씩 다르지만 라면 봉지의 뒷면을 보면 조리법이 적혀 있다.

조리법

물 550mL를 끓인 후 면과 분말수프, 건더기 수프를 같이 넣고 4분 30초간 더 끓이면 얼큰한 소고기 국물 맛의 라면이 됩니다.

조리법에는 '물이 끓으면' 분말수프와 면을 넣고 더 끓이게 되어 있다.

분말수프와 면을 넣었을 때의 끓는 온도는 물만 끓일 때의 온도와 같을까?

순물질의 끓는점


그림 Ⅴ-16 물의 끓음

물이 끓으면 물속에서 부글거리며 기포가 생기는 것을 볼 수 있으며, 이를 통해 물이 끓는점에 도달했음을 확인할 수 있다. 그러나 튀김 요리를 할 때 사용하는 식용유는 끓는 것을 보기 어렵다. 튀김은 보통 160~180°C에서 요리하는데, 식용유는 이 온도에서도 끓지 않기 때문이다.

이와 같이 끓는점은 물질의 종류에 따라 다르다. 물과 에탄올을 이용하여 끓는점으로 물질을 구별할 수 있는지 알아보자.


탐구 활동 MBL을 이용한 물과 에탄올의 끓는점 측정 실험

목·표

MBL을 이용한 물과 에탄올의 끓는점 측정을 통해 물질을 구별할 수 있다.


과정

❶ 모둠별로 A, B, C, D 중 실험할 물질을 한 가지 선택하여 그림과 같이 장치한다.

A 물 10 mL	B 물 20 mL	C 에탄올 10 mL	D 에탄올 20 mL

❷ 컴퓨터와 MBL 실험 장치를 연결하고 MBL 프로그램을 실행시킨다.

❸ 물을 선택한 경우에는 물과 끓임쪽 2~3개를 가지 달린 둥근 바닥 플라스크에 넣고 가열하면서 30초마다 온도를 측정하여 기록한다.

❹ 에탄올을 선택한 경우에는 에탄올을 끓임쪽 2~3개와 함께 가지 달린 시험관에 넣은 후, 물중탕으로 비커를 가열하면서 1분 간격으로 온도를 측정한다.



❷ 물의 끓는점 측정 장치



준·비·물

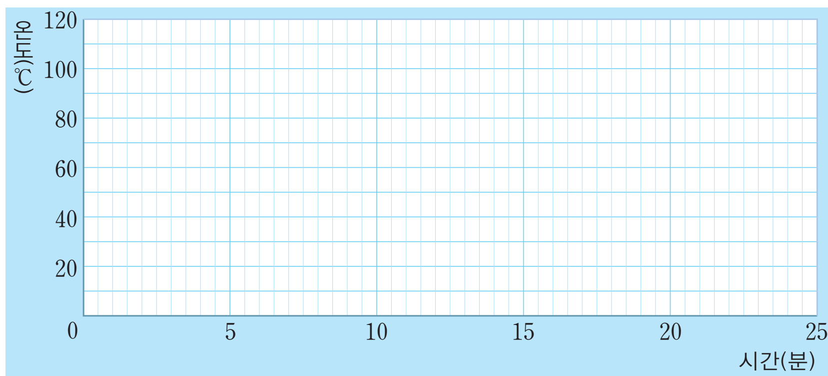
MBL 실험 장치, 물, 에탄올, 가지 달린 시험관, 가지 달린 둥근 바닥 플라스크, 시험관, 비커, 눈금 실린더, 끓임쪽, 유리관, 고무관, 고무마개, 알코올 램프(또는 핫플레이트), 삼발이, 쇠그물, 스탠드, 집게, 보안경, 장갑

탐 | 구 | 도 | 우 | 미

- 물중탕: 에탄올과 같은 물질은 직접 가열하면 불이 붙을 위험이 있으므로 물중탕을 한다.
- 끓임쪽: 액체가 갑자기 끓어 넘치는 것을 방지하기 위해 넣는다.
- 에탄올을 가열할 때에는 증기에도 불이 붙을 수 있으므로 기체가 시험관의 가지를 통해 빠져나오도록 한다.
- 모둠별로 물질 A~D를 고르게 선택하여 실험 결과를 서로 비교하도록 한다.

결과

시간에 따른 온도 변화를 그래프로 출력한다. 출력이 어려운 경우에는 액체가 끓는 온도 부근의 자료를 읽어 다음 그래프에 나타낸다.



해석 창의 · 인성

1 각 모둠에서 얻은 결과를 조사하여 표에 정리해 보자.

구분	물		에탄올	
부피(mL)	10	20	10	20
끓는점(℃)				

2 물질의 양에 따라 끓는점은 어떻게 변하는가?

3 끓는점으로 물과 에탄올을 구분할 수 있는지 토의하고, 그 이유를 설명해 보자.

액체 물질을 가열하면 온도가 올라가다가 일정하게 유지되는 구간이 나타난다. 이는 끓는 동안에 액체가 기체로 기화하면서 열에너지를 흡수하기 때문이며, 이때의 온도가 끓는점이다. 끓는점은 물질의 종류에 따라 일정한 값을 가지기 때문에 물질을 구별할 수 있는 특성이 된다. 따라서 물질의 양이 달라져도 끓는점은 달라지지 않으며 끓을 때까지 걸리는 시간이 달라질 뿐이다.

표 Ⅴ-2 여러 가지 물질의 끓는점(자료: CRC Handbook)

물질	끓는점(℃)	물질	끓는점(℃)
염화 나트륨	1,465.0	아세톤	56.1
아세트산	117.9	뷰테인	−0.5
물	100.0	산소	−183.0
에탄올	78.3	질소	−195.8

그렇다면 같은 물질일 경우에는 끓는점이 항상 일정할까?

물이 든 압력 밥솥의 뚜껑을 닫은 후 가열하면, 압력 밥솥 안의 압력이 증가한다. 압력 밥솥에는 안전밸브가 설치되어 있다. 안전밸브는 압력 밥솥이 높은 압력을 유지하도록 작동한다. 이때 물은 100°C보다 높은 온도에서 끓으므로 쌀이 빨리 잘 익어 맛있는 밥을 지을 수 있다.

한편, 높은 산에서는 압력이 낮아져서 물이 100°C보다 낮은 온도에서 끓기 때문에 쌀이 제대로 익지 못할 때가 있다. 이때에는 뚜껑 위에 무거운 돌 등을 올려 내부 압력을 높여 주어야 한다.

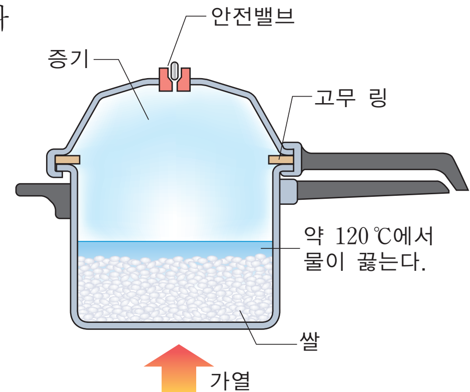


그림 Ⅴ-17 압력 밥솥의 구조



미•니•탐•구 **감압 용기를 이용한 물의 끓음**

과정

❶ 감압 용기에 70～80°C의 물을 $\frac{1}{3}$ 정도 넣는다.

❷ 펌프질을 하여 공기를 빼내면서 용기 안에 들어 있는 물의 변화를 관찰한다.

물음

1 감압 용기 안의 물은 어떻게 되는가?

2 물에 변화가 생긴 이유를 설명해 보자.



감압 용기 뚜껑을 닫아 밀폐한 후 펌프를 이용해 공기를 빼내어 압력을 낮추어 주는 장치

8,848 m(0.35기압)
네팔 에베레스트 산
70 ℃

4,807 m(0.55기압)
스위스 몽블랑
85 ℃

2,744 m(0.63기압)
백두산
90 ℃

1,565 m(0.83기압)
오대산
95 ℃

해발 0 m(1기압)
100 ℃

그림 Ⅴ-18 높이에 따른 물의 끓는점

이와 같이 같은 물질이라도 압력이 낮으면 끓는점이 낮아지고, 압력이 높으면 끓는점이 높아진다. 그러므로 끓는점을 측정할 때 압력을 함께 나타내어야 끓는점을 정확히 표현할 수 있다.

압력을 별도로 표시하지 않은 경우 물질의 끓는점은 1기압을 기준으로 하며, 이 때의 끓는점을 **기준 끓는점**이라고 한다.

스스로 해결하기

높은 산에서는 (   )(이)가 낮아져서 물의 끓는점이 (   )지기 때문에 쌀이 설익기도 한다.

혼합물의 끓는점

라면을 끓일 때 물에 분말수프를 넣으면 소금이나 설탕을 물에 녹인 경우처럼 혼합물이 된다. 순물질인 물의 끓는점은 100°C이지만 혼합물은 다른 온도에서 끓는다. 소금물이나 설탕물은 100°C보다 높은 온도에서 끓기 시작하며, 가열하는 동안에도 온도가 계속 올라간다.

한편, 두 종류의 액체 물질이 섞인 혼합물을 가열하면 온도가 거의 일정한 구간이 두 번 나타난다. 예를 들어 끓는점이 78°C인 에탄올과 끓는점이 100°C인 물의 혼합물을 가열하면 78°C 부근과 100°C 부근에서 각각 온도가 거의 일정한 구간이 나타난다.

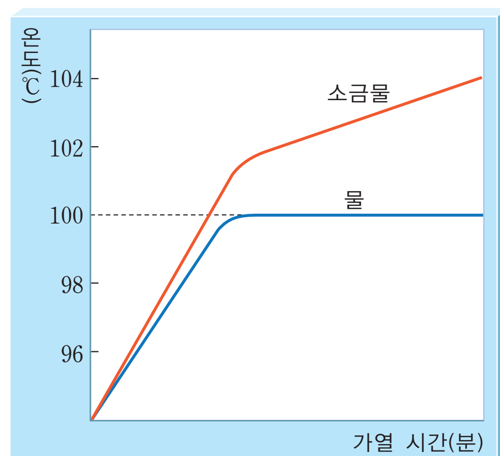


그림 Ⅴ-19 물과 소금물의 가열 곡선

상온
일반적으로 20°C 정도를 의미하며, 15～25°C를 상온으로 볼 수 있다.

녹는점, 끓는점과 물질의 상태

물이 액체이고 산소가 기체인 것은 우리가 살고 있는 1기압, 상온을 기준으로 한 물질의 상태이다. 특정 온도에서 물질의 상태는 그 물질의 녹는점과 끓는점을 통해서 알 수 있다. 물질은 녹는점보다 낮은 온도에서는 고체, 녹는점과 끓는점 사이의 온도에서는 액체, 끓는점보다 높은 온도에서는 기체로 존재한다.

산소는 녹는점과 끓는점이 매우 낮아 상온에서 기체로 존재하고, 순수한 아세트산은 어는점이 약 17°C이므로 보통은 액체 상태로 존재하지만 겨울에는 얼어 있는 것을 볼 수도 있다.

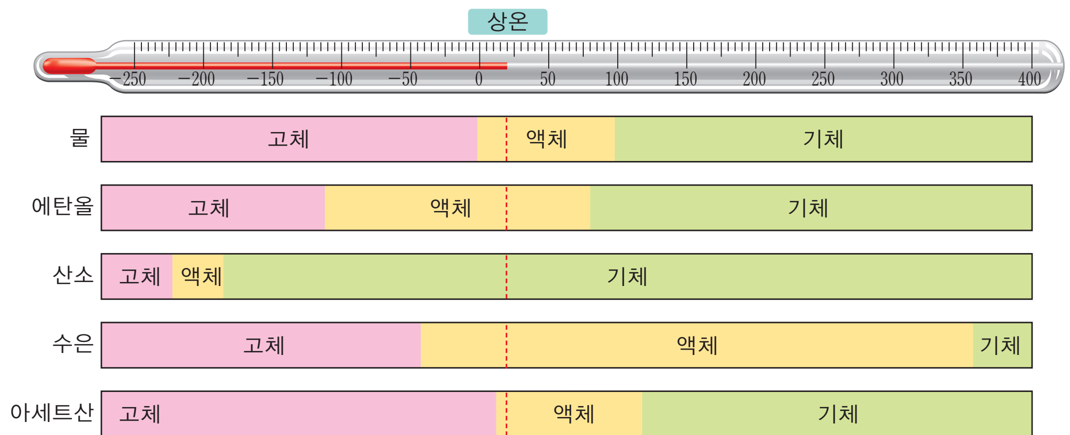


그림 Ⅴ-20 온도 변화에 따른 물질의 상태

잠깐 체크 다음은 어떤 물질들의 녹는점과 끓는점을 나타낸 것이다. 25°C에서 물질 A～C는 고체, 액체, 기체 중 어떤 상태로 존재하는지 쓰시오.

물질	녹는점(°C)	끓는점(°C)
A	17	118
B	81	218
C	−218	−183

자기 주도 학습

개념 확인하기
상태 변화와 관련된 물질의 특성 두 가지는 무엇인가?

생활 속 문제 해결하기
뜨거운 기름에 튀김 재료를 넣으면 끓는 것처럼 보이는 이유를 설명해 보자.

과학과 기술, 사회 연관 짓기
자동차의 냉각수로 사용하는 부동액은 추운 겨울뿐 아니라 뜨거운 여름에도 유용하다. 끓는점과 관련하여 부동액이 여름에 유용한 이유를 설명해 보자.

STEAM 융합

액체로 만들어 사용하는 기체



ⓐ 뷰테인 가스통과 일회용 가스라이터

음식을 만들 때 가스레인지의 연료로 사용하는 물질은 주로 LNG나 LPG이다. 도시가스라고 부르는 LNG는 액화 천연 가스의 줄임말로 주성분이 메테인이고, LPG는 액화 석유 가스의 줄임말로 주성분이 프로페인과 뷰테인이다. 메테인의 끓는점은 $-162\,^{\circ}\mathrm{C}$, 프로페인의 끓는점은 $-42\,^{\circ}\mathrm{C}$, 뷰테인의 끓는점은 $-0.5\,^{\circ}\mathrm{C}$로 상온에서 모두 기체로 존재하는 물질들이며, LNG나 LPG는 이 기체들을 액체로 만든 것이다.

천연 가스는 온도를 끓는점보다 낮게 하여 액체로 만들어 선박으로 운반한 후 다시 기화시켜 관을 통해 사용자에게 공급한다.

휴대용 가스레인지나 일회용 가스라이터에도 액체 상태의 뷰테인이 들어 있는 것을 확인할 수 있다. 이들은 어떻게 끓는점보다 높은 온도에서 액체로 존재할 수 있는 것일까?

압력이 높은 압력 밥솥에서는 물의 끓는점이 높아지고, 높은 산에서는 압력이 낮아 끓는점이 낮아지는 것과 같은 원리를 이용하여 이 기체들을 액체 상태로 만든다. 기체에 압력을 가하면 끓는점이 높아져서 상온에서도 액체로 존재할 수 있는 것이다. 그리고 액체 상태로 만든 연료를 사용할 때에는 연료가 용기를 빠져나올 때 기체 상태로 빠져나오게 하여 연소시킨다.

휴대용 가스레인지에 사용하는 가스통에는 여름용과 겨울용이 표시되어 있는 경우가 있는데, 이것도 끓는점과 관련이 깊다. 끓는점이 $-0.5\,^{\circ}\mathrm{C}$인 뷰테인은 기온이 낮은 겨울에는 가스통을 빠져나올 때 기화되지 않아서 불을 붙이기 어렵다. 따라서 겨울용 뷰테인 가스는 여름용 뷰테인 가스보다 프로페인을 더 많이 혼합하여 불이 잘 붙도록 한다.


토의하기 휴대용 가스라이터를 뜨거운 여름날 자동차 안에 두면 안 되는 이유를 토의해 보자.



1-4 밀도



학습 목표

- 밀도를 측정하고, 밀도가 물질의 특성임을 설명할 수 있다.

과일을 씻으려고 물이 든 개수대에 복숭아와 체리를 넣었더니 복숭아는 물에 뜨고, 체리는 물에 가라앉았다.
복숭아는 체리보다 훨씬 크고 무거운데 어떻게 물에 뜰 수 있을까?

물이 가득 들어 있는 페트병을 물에 넣으면 가라앉지만, 페트병이 비어 있을 때에는 물에 뜬다. 이는 페트병의 부피가 같더라도 질량이 다르기 때문에 나타나는 현상이다. 또한 튜브를 접어서 물에 넣으면 가라앉지만, 공기를 불어서 넣으면 물에 뜬다. 이것은 튜브의 질량은 거의 같지만 부피가 다르기 때문이다. 복숭아와 체리는 부피와 질량이 모두 다르므로 직접 비교할 수 없다. 이와 같이 어떤 물질을 구별할 때에는 질량 또는 부피의 크기만을 비교하지 않고, 같은 부피일 때의 질량 또는 같은 질량일 때의 부피를 비교한다.

물질의 특성을 비교하기 위해 어떤 물질의 질량을 부피로 나눈 것을 **밀도**라고 한다. 밀도의 단위로는 g/cm^3 또는 g/mL를 사용한다.

$$\text{밀도} = \frac{\text{질량}}{\text{부피}}$$

순물질의 밀도

여러 가지 물질의 밀도를 측정해 보고, 밀도가 물질을 구별할 수 있는 특성이 될 수 있는지 알아보자.





탐구 활동 액체의 밀도 측정

실험

목·표

액체의 밀도를 측정할 수 있고, 밀도를 이용하여 물질을 구별할 수 있다.

준·비·물

물, 에탄올, 눈금 실린더, 비커, 전자 저울

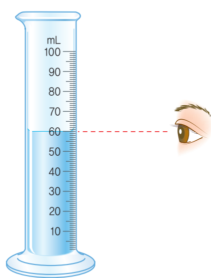
탐|구|도|우|미

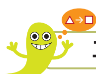
전자저울 사용법

1. 저울을 평평한 곳에 놓고 전원을 켠다.
2. 영점을 조절한다.
3. 측정할 물체를 저울 위에 올려놓고, 계기판의 숫자가 변화가 없을 때 질량을 읽는다.

눈금 실린더의 눈금 읽는 법

눈금 실린더에 담긴 액체의 부피를 읽을 때에는 액체의 높이에 눈높이를 맞추고, 표면이 오목한 액체는 아랫면의 눈금을 읽는다.





과정



❶ 비커에 물을 $\frac{1}{3}$ 정도 넣고 질량을 측정한다.



❷ 비커의 물을 눈금 실린더로 옮긴 후 정확한 부피를 측정한다.

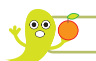


❸ 빈 비커의 질량을 측정한다.

❹ 액체의 질량을 계산한다.
액체의 질량=❶의 질량 − ❸의 질량

❺ 측정한 부피와 질량으로부터 액체의 밀도를 계산한다.

❻ 에탄올을 이용하여 과정 ❶~❸을 실시한다.



결과

측정한 질량과 부피를 기록하고 밀도를 계산해 보자.

물질	질량(g)	부피(mL)	밀도(g/mL)
물			
에탄올			



해석

물질의 종류와 밀도의 관계를 설명해 보자.



탐구의 확장 고체의 밀도 측정

과정 ❶ 금속 조각의 질량을 측정한다.
❷ 금속 조각을 가는 실로 묶어 눈금 실린더의 물에 완전히 잠기게 넣고 부피를 측정한다.

해석 금속 조각의 밀도를 계산해 보자.

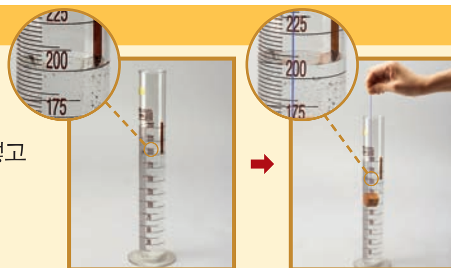




그림 Ⅴ-21 물질의 밀도 비교_ 밀도가 서로 다른 물질들을 긴 용기에 천천히 채워서 만든다.

물과 에탄올의 밀도는 서로 다르다. 밀도는 양에 관계없이 물질이 갖는 일정한 값으로, 물질의 종류에 따라 다르므로 물질을 구별할 수 있는 특성이다.

물에 복숭아와 체리를 넣으면 체리는 물에 가라앉지만 복숭아는 물에 뜨는 이유도 밀도 때문이다. 체리는 물보다 밀도가 크기 때문에 가라앉고, 복숭아는 물보다 밀도가 작기 때문에 물 위에 뜬다. 즉, 물보다 밀도가 크면 물 아래로 가라앉고 물보다 밀도가 작으면 물 위에 뜬다.

표 Ⅴ-3 여러 가지 물질의 밀도(25℃)

고체(g/mL)		액체(g/mL)		기체(g/L, 1기압)	
물질	밀도	물질	밀도	물질	밀도
얼음(0℃)	0.92	에탄올(20℃)	0.79	수소	0.08
알루미늄	2.70	물	1.00	헬륨	0.16
철	7.87	사염화 탄소	1.59	아르곤	1.63
금	19.3	수은	13.53	이산화 탄소	1.80

(자료: CRC Handbook)

표에서 보듯이 기체는 밀도가 매우 작기 때문에 밀도가 없는 것으로 생각할 수 있지만, 기체도 부피와 양을 갖기 때문에 밀도가 있다. 액체 물질이 상태 변화하여 기체가 되면 분자 사이의 거리가 멀어지면서 부피가 매우 커지지만 분자가 없어지는 것은 아니므로 기체도 밀도를 가진다.

기체의 밀도 단위

기체는 고체나 액체보다 밀도가 매우 작기 때문에 단위로 g/mL보다 g/L를 사용하는 경우가 많다.

예를 들어, 헬륨은 공기보다 밀도가 작기 때문에 풍선에 넣으면 풍선이 쉽게 떠올라 생일 파티나 행사장, 놀이공원 등에서 많이 사용한다. 하지만 전구 안에 들어 있는 아르곤은 공기보다 밀도가 크기 때문에 풍선에 넣으면 풍선이 아래로 내려앉는다.

기체는 온도와 압력에 따라 부피가 크게 달라지므로 밀도를 나타낼 때에는 온도와 압력을 같이 표시해야 한다.

그림 Ⅴ-22 놀이공원의 헬륨 풍선

밀도는 우리 생활 속에서 다양하게 이용된다. 강에서 래프팅을 하거나 보트를 탈 때 밀도가 작은 구명조끼를 입으면 몸 전체의 밀도가 물보다 작아져서 물에 빠지지 않는다. 잠수함이 물에서 뜨고 가라앉을 때에도 밀도를 이용한다. 물속으로 가라앉을 때에는 잠수함의 특정 공간에 물을 채워 밀도를 크게 하고, 물 위로 떠오를 때에는 물을 빼고 공기를 채워 밀도를 작게 한다.



그림 Ⅴ-23 잠수함



그림 Ⅴ-24 래프팅

혼합물의 밀도

실내 수영장에서 수영을 하면 몸이 잘 뜨지 않지만, 바닷물에서 수영을 하면 실내 수영장에 비해 몸이 잘 뜬다. 이는 소금이 많이 녹아 있는 바닷물의 밀도가 실내 수영장 물의 밀도보다 크기 때문이다. 사해는 바닷물보다 소금이 더 많이 녹아 있어 가만히 있어도 몸이 물 위로 떠오른다.

이와 같이 혼합물의 밀도는 순물질의 밀도와 다르며, 성분 물질의 혼합 비율에 따라 달라진다.



실내 수영장



바다



사해

자기 주도 학습

개념 확인하기

물질의 질량을 부피로 나눈 값을 무엇이라고 하는가?

생활 속 문제 해결하기

액화 천연 가스(LNG)와 액화 석유 가스(LPG)의 누출 경보기는 어떻게 설치하는 것이 좋은가?

과학과 기술, 사회 연관 짓기

지구 온난화의 결과 극지방의 찬 바닷물의 밀도가 더 작아질 수 있다고 한다. 어떻게 이런 결과가 생길 수 있는지 조사해 보자.

1-5 용해도

요르단과 이스라엘 국경에 있는 사해는 다른 바닷물보다 소금이 많이 녹아 있다. 사해는 지형적으로 들어온 물이 다른 곳으로 흐르지 못하고 계속 고이며, 매년 25~40℃에 이르는 더위 때문에 많은 물이 증발하여 소금 함유량이 높은 곳이다. 사해의 주변을 보면 소금이 독특한 모양을 이루면서 드러나 있는데, 소금은 왜 녹지 않고 여러 가지 모양으로 존재할까?



학습 목표

- 용해와 용액의 의미를 설명할 수 있다.
- 용해도의 의미와 용해도가 물질의 특성임을 설명할 수 있다.

용해와 용액

설탕이 물에 녹으면 설탕 분자들과 물 분자들이 고르게 섞여 균일 혼합물인 설탕물이 된다. 이와 같이 한 물질이 다른 물질에 녹아 고르게 섞이는 과정을 **용해**라고 한다. 이때 설탕물과 같이 서로 다른 두 물질이 고르게 섞여 있는 균일 혼합물을 **용액**이라고 하고, 설탕과 같이 다른 물질에 녹는 물질을 **용질**, 물처럼 용질을 녹이는 물질을 **용매**라고 한다.

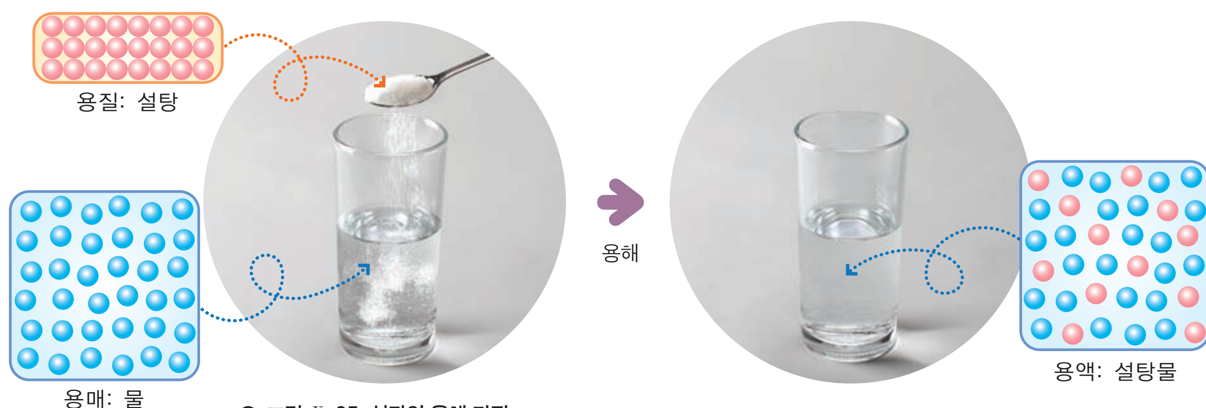


그림 Ⅴ-25 설탕의 용해 과정

기체나 고체가 액체에 녹으면 기체나 고체는 용질이고, 액체는 용매가 된다. 기체와 기체, 액체와 액체가 혼합된 경우에는 적게 포함된 물질이 용질이고, 더 많이 포함된 물질이 용매이다. 즉, 액체뿐 아니라 기체도 용매가 될 수 있다. 예를 들어 공기는 가장 많이 존재하는 질소가 용매이고, 산소나 그 밖의 기체들은 용질이 된다.

용해도

일정량의 물에 소금을 녹이면 소금이 어느 정도 녹다가 더 이상 녹지 않는다. 이처럼 일정량의 용매에 녹을 수 있는 용질의 양에는 한계가 있다. 이때 물의 온도가 높으면 소금이 더 많이 녹을 수 있다.

일정량의 용매에 용질을 최대로 녹일 때, 물질의 종류와 온도에 따라 녹는 양이 어떻게 달라지는지 살펴보자.

용액의 이름
'용질 이름 + 용매 이름 + 용액'으로 부르며, 용매가 물인 용액을 수용액이라고 한다.
예를 들어 소금물은 염화 나트륨 수용액, 설탕물은 설탕 수용액이다.



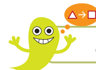
탐구 활동 | 용해도 측정 | 실험

목·표

일정량의 용매에 녹는 용질의 양이 물질의 종류와 온도에 따라 다름을 알 수 있다.

준·비·물

염화 나트륨, 질산 칼륨, 붕산, 얼음, 실온의 물과 60℃의 물, 비커, 유리 막대, 전자저울, 약포지, 약숟가락, 온도계, 눈금 실린더, 장갑, 보안경



과정

❶ 염화 나트륨, 질산 칼륨, 붕산을 1 g씩 약포지에 담아 각각 10개씩 만든다.
❷ 세 개의 비커에 실온의 물을 10 mL씩 넣은 다음 염화 나트륨, 질산 칼륨, 붕산을 각각 1 g씩 넣고 녹인다. 이때 비커에서 시약이 녹지 않을 때까지 1 g씩 계속 넣으며 녹인다.
❸ 다른 세 개의 비커에는 60℃의 물을 10 mL씩 넣은 후 과정 ❷를 실시한다.
❹ 과정 ❸의 비커를 얼음물에 넣고 변화를 관찰한다.







결과

1 온도에 따라 각 물질이 최대로 녹은 양을 표에 기록해 보자.

구분	염화 나트륨(g)	질산 칼륨(g)	붕산(g)
실온의 물			
60℃의 물			

2 세 비커를 얼음물에 넣었을 때 나타나는 현상을 기록해 보자.



해석

일정량의 용매에 녹는 물질의 양을 물질의 특성이라고 할 수 있는지 설명해 보자.

용해도 비교
온도가 높아지거나 물의 양이 많아지면 용질이 더 많이 용해될 수 있으므로 용해도를 나타낼 때에는 온도와 용매의 양을 정하여 비교해야 한다.

일정한 온도에서 용질이 용매에 최대로 녹아 있는 상태의 용액을 **포화 용액**이라고 한다. 그리고 포화 용액보다 용질이 적게 녹아 있어 용질이 더 녹을 수 있는 상태의 용액을 **불포화 용액**이라고 한다.

20°C의 물 100 g에 소금이 녹아 포화 용액이 되려면 약 36 g의 소금이 필요하다. 이에 비해 붕산은 5 g이 녹으면 더 이상 녹지 않고 포화 용액이 된다. 이렇게 일정한 온도에서 물에 녹아 포화 용액이 될 수 있는 용질의 양이 서로 다른 것은 물질의 특성이 된다.

이와 같이 일정한 온도에서 100 g의 용매에 용질을 최대로 녹여 포화 용액을 만들었을 때 녹아 있는 용질의 질량(g)을 그 온도에서의 **용해도**라고 한다.

표 Ⅴ-4 물에 대한 여러 가지 고체의 용해도(g/물 100 g)

물질(g) \ 온도(℃)	0	20	40	60	80	100
염화 나트륨	35.6	35.9	36.4	37.0	37.9	39.0
붕산	2.7	5.0	8.8	14.8	23.9	37.6
질산 칼륨	13.6	31.9	62.9	109.2	170.3	242.5
질산 나트륨	73.0	87.3	104.1	123.7	147.5	176.2

(자료: CRC Handbook)

석출
고체의 용질이 녹아 있던 용액에서 용매와 분리되어 결정으로 만들어지는 현상이다.

20°C에서 붕산의 용해도는 5이다. 따라서 20°C의 물 100 g에 붕산 10 g을 넣으면 일부만 녹고 일부는 녹지 않는다. 이때 혼합물을 가열하면 붕산이 모두 녹는데, 이는 온도가 높아지면 용해도가 증가하기 때문이다.

여러 가지 물질의 용해도를 하나의 그래프에 나타내면, 물질의 종류에 따른 용해도를 쉽게 비교할 수 있다. 예를 들어 20°C의 물에 대한 용해도는 붕산보다 질산 칼륨이 더 크고 염화 나트륨, 질산 나트륨의 순서로 커진다.

용해도 곡선을 이용하면 온도가 달라질 때 용해도가 어떻게 변하는지도 쉽게 알 수 있다.

염화 나트륨은 온도가 높아지더라도 용해도가 크게 변하지 않지만, 질산 나트륨이나 질산 칼륨은 온도가 높아지면 용해도가 크게 증가하는 것을 알 수 있다. 반대로 온도가 낮아지면 용해도가 줄어들어 용질의 일부가 석출되는데, 용해도 곡선에서는 석출되는 용질의 양도 알 수 있다.

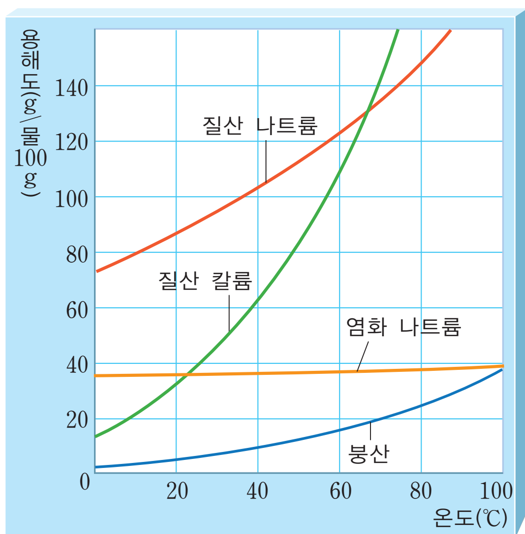


그림 Ⅴ-26 여러 가지 물질의 용해도 곡선

기체의 용해도

사이다나 콜라와 같은 탄산음료는 이산화 탄소가 녹아 있기 때문에 톡 쏘는 맛이 있다. 그런데 마개를 열어 둔 탄산음료를 시간이 지난 뒤 다시 마시면 처음의 톡 쏘는 맛을 느낄 수 없다. 왜 그럴까?

세 개의 시험관에 탄산음료를 넣어 상온의 물과 따뜻한 물이 담긴 세 비커에 각각 넣고, 따뜻한 물에 넣은 한 개의 시험관 입구를 고무마개로 막는다.



그림 Ⅴ-27 기체의 용해도 비교


인터넷 속 과학 세상

에듀넷의 멀티 자료실에서 기체의 용해도에 대한 자료를 애니메이션으로 확인해 보자.

검색 | 기체의 용해도

입구를 막지 않은 두 시험관을 비교하면 압력은 같지만 온도는 다르다. 이때 상온의 물보다 따뜻한 물에 담긴 시험관에서 기포가 더 많이 발생하는 것으로 보아 이산화 탄소는 온도가 높을수록 용해도가 작음을 알 수 있다. 이것은 온도가 높아지면 기체 분자의 운동이 활발해져서 기체 분자가 용액에서 쉽게 빠져나오기 때문이다.

또 따뜻한 물에 담긴 두 시험관 중에서 고무마개를 막은 시험관은 안쪽의 압력이 커진다. 이때 고무마개로 막은 것보다 막지 않은 시험관에서 기포가 많이 발생하는 것으로 보아 압력이 클수록 이산화 탄소의 용해도가 큰 것을 알 수 있다. 압력이 크면 기체 분자가 용액 속으로 더 많이 녹아 들어 갈 수 있기 때문이다. 높은 압력에서 이산화 탄소를 많이 녹여 만든 탄산음료의 마개를 따면 거품이 생기는 것도 이 때문이다.

따라서 기체는 온도가 낮을수록, 압력이 높을수록 용해도가 커지므로 기체의 용해도를 나타낼 때에는 온도와 압력을 함께 표시하여야 한다.



잠깐 체크 개봉한 탄산음료를 식탁에 두었을 때보다 냉장고에 두었을 때 톡 쏘는 맛이 더 오래 유지되는 이유는 무엇인가?

농도

국물 요리를 할 때 간을 맞추기 위해 소금을 넣는 경우가 있다. 싱거울 때에는 소금을 더 넣고, 짤 때에는 물을 더 넣는다. 이는 용매나 용질의 양에 따라 용액의 진하기가 달라지기 때문이다. 이와 같이 용액의 진한 정도를 나타내는 것을 **농도**라고 한다.

농도를 나타내는 방법에는 여러 가지가 있지만, 생활 속에서 가장 많이 사용하는 것은 퍼센트 농도(%)이다. 퍼센트 농도는 전체 용액에 포함된 용질의 질량 비율을 백분율로 나타낸 것으로서, 용액 100 g에 들어 있는 용질의 질량(g)을 의미한다. 예를 들어 10 % 설탕물은 100 g의 설탕물에 들어 있는 설탕의 양이 10 g이라는 뜻이다.

$$\text{퍼센트 농도}(\%) = \frac{\text{용질의 질량}(g)}{\text{용액의 질량}(g)} \times 100 = \frac{\text{용질의 질량}(g)}{\text{용매의 질량}(g) + \text{용질의 질량}(g)} \times 100$$

퍼센트 농도(%)는 우리 주변의 식품이나 약품 등의 성분 함량 표시에 많이 이용된다. 예를 들어 식초는 4~7 % 아세트산 수용액이며, 콘택트렌즈를 세척할 때 사용하는 생리 식염수는 0.9 % 염화 나트륨 수용액이다.



그림 Ⅴ-28 퍼센트 농도가 사용된 예

자기 주도 학습

개념 확인하기
용해도에 영향을 주는 요인 세 가지를 써 보자.

창의적으로 해결하기
고추의 매운 맛을 내는 캡사이신이라고 하는 물질은 물에 잘 녹지 않고, 기름에 잘 녹는다. 고추를 먹고 매울 때에는 어떻게 하면 좋은지 알아보자.

과학과 생활 연관 짓기
옷이나 어떤 물질의 표면이 오염되었을 경우 어떤 오염물이든지 모두 녹여 제거할 수 있는 물질을 개발할 수 있는지 조사해 보자.

STEAM 융합

죽음의 호수

1986년 아프리카의 카메룬 북서쪽에 있는 니오스 호수 근처에서 1,700명이 넘는 사람들과 많은 가축들이 의문의 죽음을 당하였다. 처음에는 니오스 호수가 화산 지대에 위치하고 있어 이산화 황과 같은 유독한 화산 기체가 호수에서 발생하였기 때문이라고 생각하였다. 그러나 과학자들의 조사 결과 호수에서 발생한 기체는 이산화 탄소인 것으로 밝혀졌다.

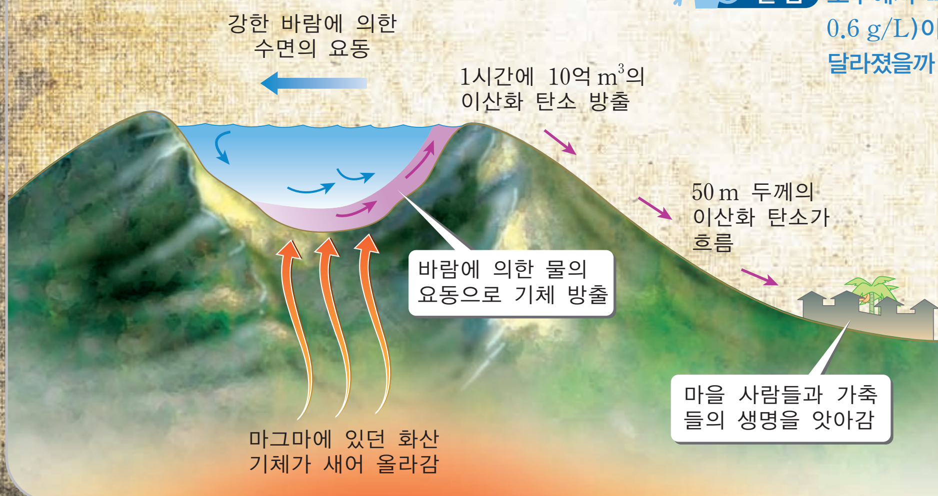
이산화 탄소가 호수 밑바닥에서 방출될 경우 호수에 서서히 녹아들어 간다. 니오스 호수의 경우 깊은 곳은 깊이가 약 200 m나 되기 때문에 압력이 높아 많은 양의 이산화 탄소가 물에 녹을 수 있다. 이산화 탄소가 많이 녹아 있는 상태에서 어떤 원인에 의해 호수의 바닥 쪽에 있던 물이 위로 올라오게 되면 어마어마한 양의 이산화 탄소가 대기 중으로 나오게 된다. 대기 중으로 나온 이산화 탄소는 공기보다 밀도가 약 1.5배 커서 쉽게 확산되지 않고 낮은 곳으로 흐른다. 따라서 이산화 탄소가 마을을 뒤덮어 산소 부족으로 사람들과 가축들이 희생된 것이다.

▲ 이산화 탄소 방출에 의한 피해

현재까지 어떤 원인에 의해서 이산화 탄소가 방출되었는지 정확하게 알려져 있지는 않으나, 여러 연구 결과 산사태, 홍수 또는 호수 표면에서 일어난 비정상적인 강한 바람 등에 의해 일어난 것으로 추측된다. 지금도 호수 바닥에는 이산화 탄소가 계속 녹아들어 가고 있어 여전히 이러한 사건이 일어날 가능성이 있다. 이를 막기 위해 많은 과학자들이 호수의 특성을 연구하고 호수 바닥까지 파이프를 넣어 펌프로 물을 끌어올려 이산화 탄소를 미리 제거하는 방법 등을 시도하고 있다.



물음 호수에서 빠져나온 기체가 메테인(CH_4, 밀도: 0.6 g/L)이었다면 기체의 방출 결과는 어떻게 달라졌을까?



◀ 이산화 탄소의 방출 과정

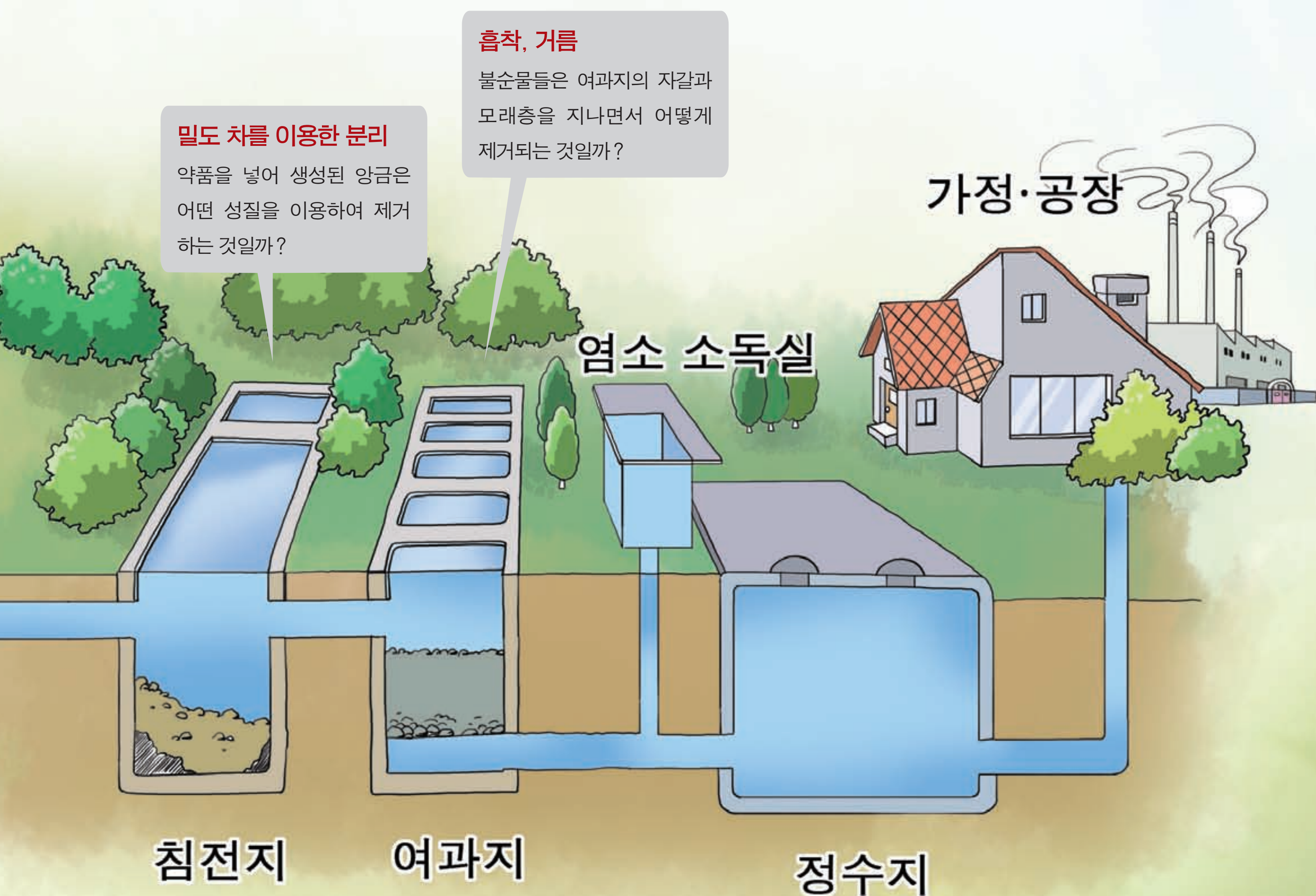
2

» 중단원 미리 보기

혼합물의 분리



수돗물의 정수 과정에서는 여러 가지 방법을 이용하여 물에 포함된 불순물들을 제거한다. 불순물이 제거되는 과정에서 물질의 특성이 다양하게 이용되는데, 물질의 특성을 이용하여 어떻게 혼합물에서 원하는 물질만 분리하여 얻을 수 있을까?



2-1 끓는점 차를 이용한 분리





학습 목표

- 물질의 특성 중 끓는점 차를 이용하여 혼합물을 분리할 수 있다.
- 끓는점 차를 이용한 혼합물 분리의 예를 말할 수 있다.

무인도에 홀로 남겨진다면 먹을 물을 구하는 것이 가장 중요하다. 그러나 사방에 온통 물이 있어도 바닷물은 짜기 때문에 마시면 오히려 더 갈증이 생겨 위험하다. 바닷물에서 마실 수 있는 물을 얻으려면 염류를 제거해야 하는데 어떻게 하면 좋을까?

증류

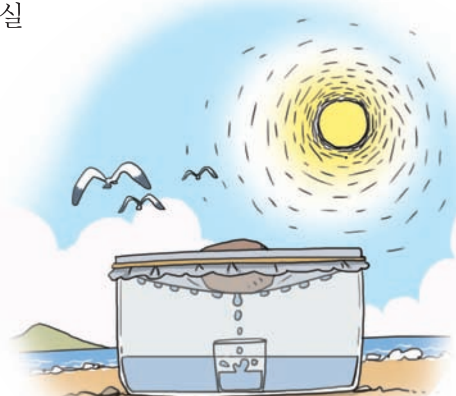
 **혼합물 분리의 중요성**

혼합물을 분리하는 것은 혼합물에 들어 있는 모든 물질을 각각 따로 얻기보다는 무인도에서 물을 얻는 것과 같이 원하는 물질만을 얻어내는 과정으로서 중요하다.

바닷물에는 짠맛을 내는 소금을 비롯한 여러 가지 염류가 녹아 있다. 바닷물이 햇빛을 받으면 물이 증발하여 수증기가 되고, 염류는 그대로 남아 있게 된다. 이러한 과정을 통해 바닷물에서 천일염을 얻는데, 이와 같은 증발 과정을 거치면 바닷물에서 마실 수 있는 물도 얻을 수 있다.

바닷물이 담긴 그릇을 비닐로 덮고 햇빛을 쬐면 물이 증발하여 수증기가 되고, 이 수증기는 비닐에 닿아 액체 상태의 물이 된다. 비닐에 맺힌 물방울이 커지면 물이 비닐을 타고 내려와 아래쪽의 작은 그릇에 고이며, 이 물은 바닷물과 달리 안심하고 마실 수 있다.

국이나 찌개를 끓일 때에도 물이 증발하여 냄비 뚜껑에 물방울이 맺히는데, 이 물방울은 국이나 찌개의 액체 성분과는 달리 색과 맛이 없다.



이와 같이 액체를 가열할 때 나오는 기체를 냉각하여 순수한 액체를 얻는 방법을 **증류**라고 한다. 증류는 주로 용액에서 액체 성분을 분리하는 데 이용된다.

실험실에서는 다른 물질이 포함되지 않은 순수한 물이 필요하다. 이때에도 증류를 이용하면 불순물이 제거된 상태의 물을 얻을 수 있다. 이처럼 증류 과정을 거쳐서 얻은 물을 **증류수**라고 부르며, 증류수는 순수한 물(H_2O)이라고 할 수 있다.

증류 과정은 염화 나트륨 수용액과 같이 고체가 액체에 녹아 있는 혼합물을 분리하고자 할 때에도 이용한다.

염화 나트륨 수용액을 가열하면 끓는점이 매우 높은 염화 나트륨은 남아 있고, 끓는점이 낮은 물만 끓어서 기화된다. 기화된 수증기는 증류 장치를 따라 이동하다가 다시 식어서 액체 상태의 물이 된다.

그러나 염화 나트륨 수용액과 같은 고체와 액체의 혼합물과는 달리, 액체와 액체의 혼합물은 끓는점 차이가 크지 않기 때문에 단순한 증류 장치만으로는 물질을 분리하기가 어려워 분별 증류 과정이 필요하다.



그림 Ⅴ-29 염화 나트륨 수용액의 증류

잠깐 체크 액체를 가열할 때 나오는 기체를 냉각하여 순수한 액체를 얻는 방법은 무엇인가?

클릭 ≪그때 그 사건≫

소줏고리

곡류나 과일을 발효시켜 만든 발효주에는 약 10 %의 알코올이 들어 있다. 이를 증류하여 알코올의 비율을 높게 만든 것이 소주이다. 소주는 화학이 발달했던 아라비아에서 시작되었다고 하며, 우리나라에는 고려 시대 말 원나라로부터 들어왔다.

소줏고리는 발효주를 증류시켜 소주를 만드는 장치이다. 가마솥에 발효주를 넣고 그 위에 소줏고리를 얹어 밀가루 반죽으로 잘 밀폐시킨 후, 위에는 찬물이나 얼음을 담은 솥뚜껑같은 넓은 그릇을 올려놓는다. 아래에서 솥을 가열하면 술 성분들이 기화되었다가 다시 액화되면서 알코올의 비율이 높아진 소주가 소줏고리의 주둥이로 흘러나온다.



소줏고리



그림 Ⅴ-30 물과 에탄올 혼합물의 증류 전후 비교

분별 증류

물과 에탄올처럼 끓는점이 다른 액체들이 섞인 균일 혼합물을 분리할 때에도 끓는점 차를 이용할 수 있다. 에탄올과 물이 2 : 8로 섞인 혼합물과 이 혼합물을 가열해서 증류시킨 액체의 앞부분 절반 정도를 모아 각각 불을 붙이면 증류 전의 혼합물에는 불이 붙지 않지만 증류 후 얻은 액체에는 불이 잘 붙는다. 이것은 끓는점이 100°C인 물보다 끓는점이 78°C인 에탄올이 먼저 기화됨으로써 증류 후 얻은 액체에는 처음의 혼합물보다 에탄올이 훨씬 많이 들어 있기 때문이다.

그러나 이 액체는 순수한 에탄올이 아니며, 간단한 증류 장치로는 끓는점이 어느 정도 차이가 나더라도 혼합물을 완전히 분리해 내기 어렵다. 증류 후 얻은 액체를 다시 증류하여 모으는 과정을 반복하면 끓는점이 낮은 물질을 순수하게 얻을 수 있다. 이와 같이 여러 번의 증류 과정을 거쳐 끓는점 차가 적은 액체 물질의 혼합물을 각각의 성분 물질로 분리하는 방법을 **분별 증류**라고 한다.

물과 에탄올 혼합물의 분리
물과 에탄올의 혼합물은 분별 증류 방법을 사용해도 에탄올을 95 % 순도까지만 얻을 수 있으며, 다른 방법으로 물을 제거하면 99 % 이상 순수한 에탄올을 얻을 수 있다.

온도계
온도계의 구부가 분별 증류관의 가지 옆쪽에 오도록 한다.

리비히 냉각기
바깥쪽 유리관과 안쪽 유리관 사이로 찬물이 흘러 증류되어 나온 기체를 냉각한다.

분별 증류관
끓는점이 낮은 물질은 기화되어 올라가고, 끓는점이 높은 물질은 액화되어 내려가므로 여러 번 증류되는 효과가 있다.

증류 후 얻은 액체

물의 방향
찬물을 아래쪽에서 위쪽으로 흐르게 한다.

그림 Ⅴ-31 분별 증류 장치

분별 증류를 이용하여 혼합물을 분리하는 대표적인 예가 원유의 분리 과정이다.

정유 공장에서 원유를 가열한 후 증류탑으로 보내면 원유 혼합물은 증류탑을 따라 올라가다가 끓는점이 높은 물질이 증류탑 아래쪽에서 액화된다. 끓는점이 낮은 물질일수록 증류탑의 위쪽으로 계속 이동하다가 액화되므로 온도가 충분히 낮아진 후에 액체로 얻거나 증류탑의 가장 위쪽에서 기체로 얻을 수 있다.

 LPG(액화 석유 가스)
주성분이 프로페인과 뷰테인으로 석유 가스를 액화시킨 것이다.

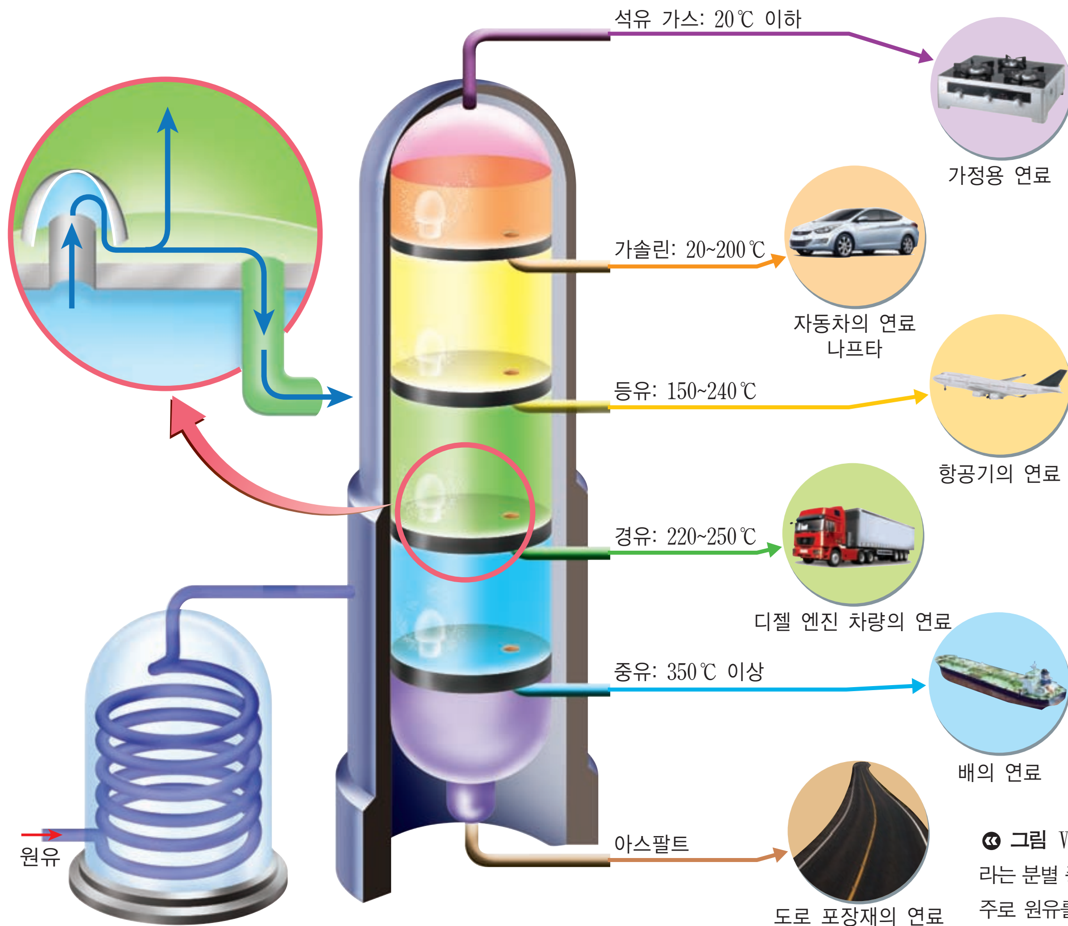


그림 Ⅴ-32 원유의 분리_ 우리나라는 분별 증류 기술을 가지고 있으며, 주로 원유를 수입하여 분별 증류한다. 분별 증류하여 생산한 가솔린 중 일부는 국내에서 소비하고, 나머지는 원유보다 높은 가격에 산유국으로 수출한다. 이와 같이 과학은 우리나라의 경제에 중요하다.

분별 증류를 이용하면 기체 혼합물도 분리할 수 있다. 공기를 냉각하여 액체로 만든 후, 증류탑으로 보내면 끓는점이 가장 낮은 질소(끓는점 −196°C)가 먼저 기화되어 분리되고, 끓는점 차에 따라 아르곤(끓는점 −186°C), 산소(끓는점 −183°C)의 차례로 기체를 얻을 수 있다.

자기 주도 학습

개념 확인하기

증류가 여러 번 일어나게 하여 액체 혼합물을 분리하는 방법을 무엇이라고 하는가?

생활 속 문제 해결하기

프로페인(끓는점 −42°C)과 뷰테인(끓는점 −0.5°C)이 혼합되어 있는 연료를 분리할 수 있는 방법을 고안해 보자.

과학과 기술, 사회 연관 짓기

질소는 액체로 만들어 냉각제로 사용하는 경우가 많다. 산업 현장이나 실험실 등에서 액체 질소가 이용되는 예를 알아보자.

2-2 밀도 차를 이용한 분리







학습 목표

- 물질의 특성 중 밀도 차를 이용하여 혼합물을 분리할 수 있다.
- 밀도 차를 이용한 혼합물 분리의 예를 말할 수 있다.

요리를 하기 위해 달걀을 깨어 떨어뜨려 보면 어떤 것은 노른자가 봉긋한데, 어떤 것은 노른자가 바로 퍼지는 경우가 있다. 이는 달걀의 신선도에 따라 달라지는 것인데, 요리를 하기 전에 어떻게 신선한 달걀과 오래 된 달걀을 골라낼 수 있을까?

고체 혼합물의 분리

양이 많거나 크기가 작아 손으로 분리하기 어려운 고체 혼합물은 밀도 차를 이용하면 쉽게 분리할 수 있다.

금이 포함된 암석이 풍화되면 작은 금 알갱이들이 강가나 강 밑의 모래에 섞여 있을 수 있다. 이것을 사금이라고 하는데 사금을 그릇에 담고 살살 흔들어 주면서 물을 따라 내면, 밀도가 큰 금은 그릇에 남고 밀도가 작은 모래는 물과 함께 제거된다.



그림 Ⅴ-33 사금 채취

톱밥과 모래가 섞여 있을 때에도 혼합물을 물에 넣으면 물보다 밀도가 작은 톱밥은 물 위에 뜨고, 물보다 밀도가 큰 모래는 가라앉는다. 물 위에 뜬 톱밥을 건져 낸 후 물을 제거하면 톱밥과 모래를 분리할 수 있다.

이와 같이 밀도가 다른 두 고체 물질이 섞여 있을 때에는 두 고체가 모두 녹지 않고 밀도가 두 고체 물질의 중간 정도인 용매를 이용하면 쉽게 분리할 수 있다.

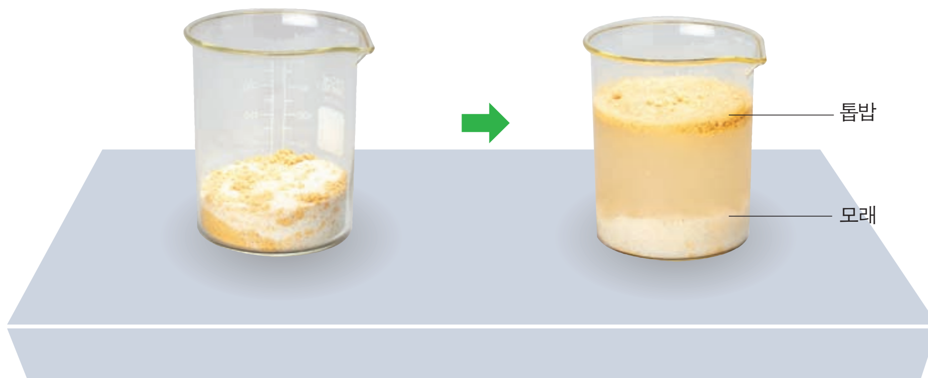


그림 Ⅴ-34 톱밥과 모래 혼합물의 분리

밀도 차를 이용하여 혼합물을 분리하는 방법은 실생활에서 다양하게 이용된다.

벼농사를 시작하기 전에 충실한 볍씨를 고르는 과정이 좋은 예이다. 볍씨를 소금물에 넣었을 때 밀도가 작아서 뜨는 볍씨는 골라내고, 밀도가 커서 가라앉는 볍씨를 이용하여 농사를 지으면 좋은 쌀을 얻을 수 있다.

껍질을 벗긴 곡식에서 껍질을 제거할 때에도 밀도 차를 이용한다. 키는 우리 조상들이 사용한 전통적인 도구로서, 키를 까부르면 밀도가 작은 껍질이나 티끌은 바람에 날려 제거되고, 밀도가 큰 돌은 키 안쪽에 남아 곡물만 분리된다. 풍구라고 하는 기구도 곡식의 낟알과 껍질을 분리할 때 사용한다. 과거의 수동식 풍구는 중간에 달린 손잡이를 돌려 바람을 일으키면 곡식이 아래로 떨어지는 동안 띠끌과 껍질은 바람에 의해 제거된다. 현대에는 전기를 이용하는 전동식 풍구를 사용한다.



그림 Ⅴ-35 키



그림 Ⅴ-36 볍씨 고르기



그림 Ⅴ-37 수동식 풍구



인터넷 속 과학 세상

우리 조상들이 사용한 풍구에 대해 조사해 보자.

검색 | 풍구



잠깐 체크 모래와 스타이로폼 가루가 섞인 혼합물은 어떻게 분리할 수 있을까?

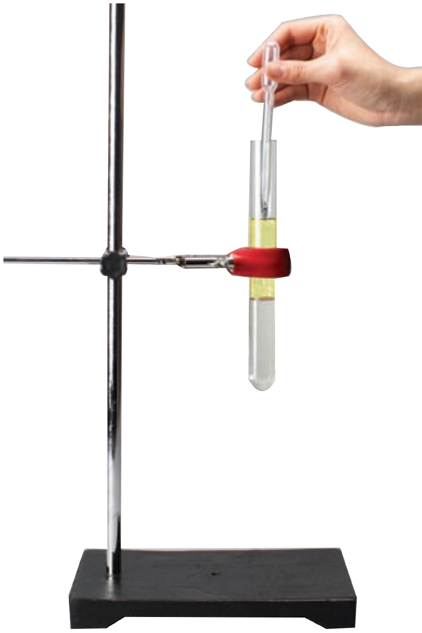
이미지 사이언스 키질하는 농부

곡식에서 벗겨 낸 껍질을 밀도 차를 이용하여 분리하는 키는 우리나라뿐만 아니라 서양에서도 사용된 기구이다. 밀레의 '키질하는 농부'에는 키를 사용하는 모습이 잘 표현되어 있다.

밀레는 프랑스의 화가로서, 기존의 화풍과는 달리 농부들의 일상생활과 같은 현실적인 그림들을 그렸다. 프랑스 파리의 오르세 미술관에 있는 이 작품도 '이삭 줍는 여인들', '만종' 등과 함께 밀레의 독특한 화풍을 나타낸 그림 중의 하나이다.



키질하는 농부_ 밀레



ⓐ 그림 Ⅴ-38 스포이트를 이용한 혼합물의 분리

액체 혼합물의 분리

요리를 할 때 사용하는 간장과 참기름을 혼합하면 섞이지 않고 밀도 차에 따라 두 층으로 나뉜다. 두 액체 중에서 밀도가 큰 간장이 아래층, 밀도가 작은 참기름이 위층에 놓인다. 그러므로 위층을 먼저 잘 따라 내고 아래층을 따로 모으면 간장과 참기름을 쉽게 분리할 수 있다.

실험실에서는 물과 기름처럼 서로 섞이지 않는 두 액체 혼합물을 분리할 때 여러 기구를 이용할 수 있다. 혼합물의 양이 적을 때에는 혼합물을 시험관에 넣어 스포이트를 이용하여 위층과 아래층을 따로 떠내어 분리한다.

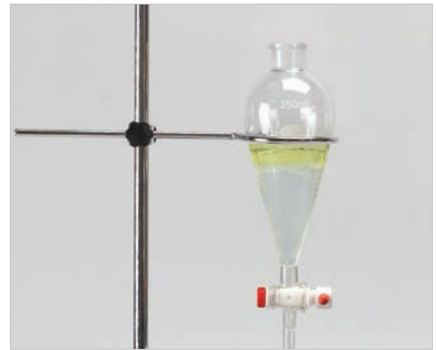
분별 깔때기는 아래쪽에 콕이 달린 기구로, 이를 이용하여 액체 혼합물을 분리한다. 분별 깔때기는 아래쪽의 콕 부분이 가늘게 되어 있어 두 액체의 경계 부분에서 잃어버리는 양을 적게 하면서 분리할 수 있다. 이처럼 분별 깔때기를 이용한 혼합물의 분리 방법을 **분별 깔때기법**이라고도 하며, 서로 섞이지 않아서 경계가 생기는 액체 혼합물을 분리할 때 사용할 수 있다.

스스로 해결하기

분별 깔때기는 서로 섞이지 않는 (   ) 혼합물을 분리할 때 이용한다.



❶ 콕을 닫고 혼합물을 분별 깔때기에 넣는다.



❷ 혼합물의 층이 분리되도록 기다린다.



❸ 콕을 돌려 아래층의 액체를 비커에 받는다. 이때 경계면의 액체는 따로 모은다.



❹ 분별 깔때기의 입구로 위층의 액체를 다른 비커에 따라 낸다.

ⓐ 그림 Ⅴ-39 분별 깔때기를 이용한 혼합물의 분리

기름이 바다에 유출되면 기름은 물과 섞이지 않으며 바닷물보다 밀도가 작아 바닷물 위에 뜬다. 이때 기름이 더 퍼지지 않도록 띠를 두른 후 띠 안의 기름을 떠내거나 흡착포 등에 흡수시켜 제거한다.



그림 Ⅴ-40 바다에 유출된 기름의 제거

잠깐 체크 바다에 기름이 유출되었을 때 물과 기름이 섞이지 않는 이유는 무엇 때문인가?

과학 자료실 원심 분리기

혈액과 같이 내용물이 잘 분리되지 않는 불균일 혼합물은 원심 분리기를 이용하면 쉽게 분리할 수 있다. 예를 들어 혈액을 원심 분리기에 넣으면 밀도가 큰 혈구가 혈장과 분리된다.

원심 분리기는 생명 과학 분야의 실험이나 연구 과정에서 많이 사용되고 의료용으로 혈액이나 타액, 소변을 분석하는 과정에서도 사용된다. 화학 분야에서는 물에 녹지 않으면서 잘 가라앉지 않는 앙금을 분리하는 데에도 사용하고 산업 분야에서는 폐수 처리 과정, 의약품의 농축과 정제, 고체 폐기물의 처리 과정 등에 이용한다.



원심 분리기

자기 주도 학습

개념 확인하기

서로 섞이지 않는 두 액체 물질을 분리하는 데 사용하는 기구의 이름은 무엇인가?

생활 속 문제 해결하기

밀도가 다른 두 액체 혼합물을 분리하는 생활 속 사례를 찾아보자.

과학과 기술, 사회 연관 짓기

폐기물 처리장에서는 밀도 차를 이용한 분리 방법이 어떻게 이용되는지 알아보자.

2-3 용해도 차를 이용한 분리







학습 목표

- 용해도 차를 이용하여 혼합물을 분리할 수 있다.
- 우리 생활에서 용해도 차를 이용한 혼합물 분리의 예를 말할 수 있다.

심부름으로 소금을 사 오다가 놀이터에서 잠시 노는 사이에 옆에 놓아둔 소금 봉지를 누가 발로 밟았는지 봉지가 터져서 모래밭에 소금이 쏟아져 있었다.

어떻게 하면 소금과 모래를 분리할 수 있을까?

거름

소금과 모래 혼합물은 물에 대한 용해도를 이용하여 분리할 수 있다. 소금은 물에 잘 녹지만 모래는 물에 녹지 않으므로, 소금과 모래에 물을 넣어 소금을 녹인 후 거름 장치로 거르면 소금과 모래를 분리할 수 있다. 이때 거름은 체를 이용하여 크기가 다른 알갱이들을 분리하는 것과 같은 원리로 혼합물을 분리한다.

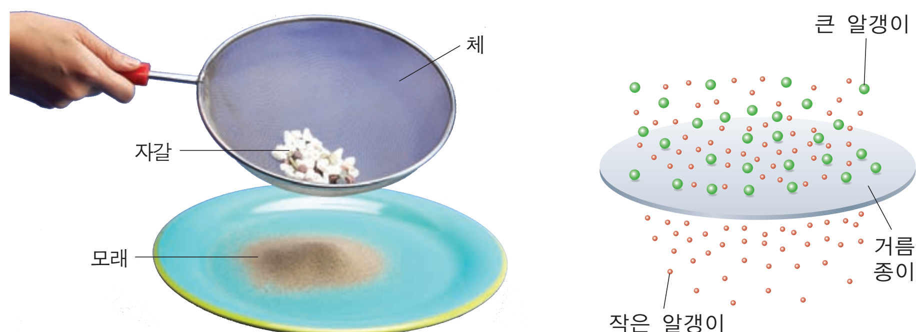
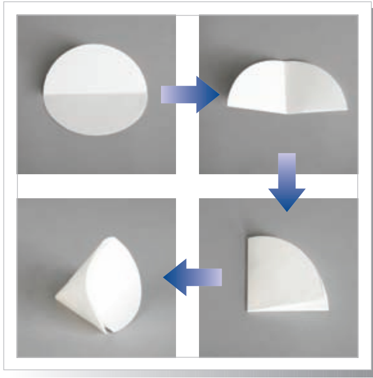


그림 Ⅴ-41 거름의 원리

소금과 모래 혼합물을 물에 넣어 녹인 후 거르면 거름종이 안에 모래가 남고 비커에 소금물이 모인다. 거름종이의 모래는 씻어서 말리고, 비커의 소금물에서 물을 증발시키면 소금을 얻을 수 있다. 이와 같이 **거름**은 액체와 액체에 녹지 않는 고체 혼합물을 분리할 때 사용한다.





❶ 거름종이를 4등분으로 접어 원뿔 모양을 만든다.

❷ 거름종이를 깔때기에 넣고 용매를 뿌려 밀착시킨다.

❸ 유리 막대를 이용하여 용액을 깔때기에 부어 거른다.

그림 Ⅴ-42 거름 과정

추출

찻잎이나 커피 원두에 물을 넣으면 물에 녹는 성분만 녹아 나온다. 물에 녹지 않는 성분은 찻잎이나 커피 원두 안에 그대로 남아 거름망이나 커피 거름종이 위에 남는다. 이와 같이 **추출**은 특정 성분을 잘 녹이는 용매를 이용하여 고체나 액체 혼합물에서 특정 성분만 녹아 나오게 하는 것이다.

한약재에서 필요한 성분을 얻을 때에도 추출을 이용한다. 한약재에 물을 넣고 오랜 시간 끓인 후 내용물을 헝겊에 걸러 내면 약 성분을 얻을 수 있다.

추출할 때에는 물을 용매로 많이 사용하지만, 추출하려는 물질에 따라 다른 용매를 사용하기도 한다. 식초에서 아세트산을 추출할 때에는 에테르를 용매로 사용하고, 콩에서 지방을 추출할 때에는 헥세인을 용매로 사용한다.

스스로 해결하기

차를 마시거나 한약을 달일 때와 같이 용매를 이용하여 특정 성분만 녹아 나오게 하는 방법을 (   )(이)라고 한다.



차를 마실 때 특정 성분을 물에 우려내서 마신다.



한약을 달일 때 물을 넣고 끓이면 약 성분만 물에 녹는다.

그림 Ⅴ-43 추출의 예

재결정과 분별 결정

염전에서 갓 만들어 낸 천일염에는 여러 가지 물질이 포함되어 있다. 어떻게 하면 천일염을 정제된 소금으로 만들 수 있을까?

여러 가지 물질이 포함되어 있는 천일염을 물에 녹였다가 식히면 결정이 석출되어 정제된 소금 결정을 얻을 수 있다.



그림 Ⅴ-44 천일염과 정제 소금

이와 같이 불순물이 섞여 있는 고체 물질을 적절한 용매에 녹였다가 온도를 낮추거나 용매를 증발시켜 순수한 고체 결정을 얻는 과정을 **재결정**이라고 한다. 일반적으로 불순물은 소량만 포함되어 있기 때문에 재결정 과정에서 용액 속에 그대로 녹아 있다.

질산 칼륨과 같이 온도에 따른 용해도 차가 큰 물질을 높은 온도에서 완전히 녹인 후 냉각시키면 질산 칼륨이 순수한 결정으로 석출되어 나온다. 불순물은 용액 중에 남아 있으므로 거름 장치로 거르면 순수한 질산 칼륨을 얻을 수 있다.

염화 나트륨은 온도에 따른 용해도 변화가 크지 않지만 포화 용액을 만든 후 용매인 물을 일부 증발시키면 순수한 염화 나트륨 결정을 얻을 수 있다. 그러나 이 경우에는 용액에도 상당량의 염화 나트륨이 남아 있게 된다. 이처럼 재결정은 온도에 따른 용해도 차가 큰 물질에서 더 효과적이다.

불순물이 섞여 있는 고체 물질을 순수하게 얻고자 할 때에는 재결정을 이용한다. 용해도가 다른 두 물질이 섞인 혼합물에서 두 물질을 각각 얻고자 할 때에는 어떻게 할까?

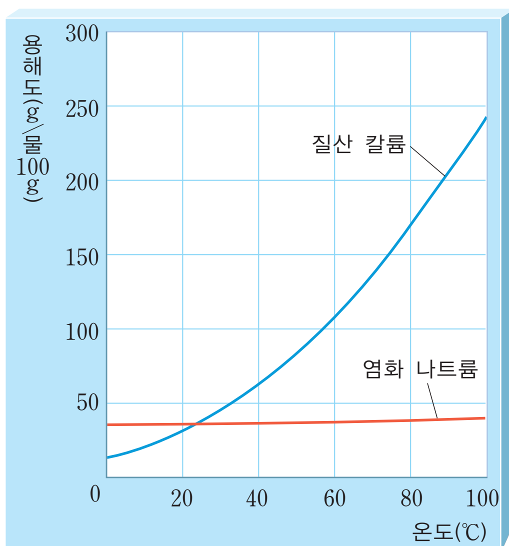


그림 Ⅴ-45 질산 칼륨과 염화 나트륨의 용해도 곡선

염화 나트륨과 붕산은 둘 다 물에 잘 녹는다. 그러나 염화 나트륨은 물의 온도가 변해도 녹는 양에 큰 변화가 없지만, 붕산은 물의 온도에 따라 녹는 양이 크게 변한다. 같은 질량의 염화 나트륨과 붕산이 섞여 있는 혼합물에서 붕산을 분리하려면 이 혼합물을 겨우 녹일 수 있을 만큼의 뜨거운 물을 넣어 녹인 후 용액을 식힌다. 이때 염화 나트륨은 용해도 차가 거의 없어 그대로 녹아 있지만 붕산은 용해도가 많이 감소하므로 결정이 생성된다.

붕산
소금과 같이 흰색의 결정을 갖는 고체 물질로, 주로 소독약과 살충제의 성분으로 사용된다.

예를 들어 염화 나트륨과 붕산이 각각 20 g씩 섞여 있는 혼합물에 80°C의 물 100 g을 넣어 녹인 후, 이 용액을 20°C까지 냉각시키면 붕산만 15 g이 석출된다. 이때 거름 장치를 이용해 거르면 거름종이 안에 붕산 15 g이 남고, 비커에는 염화 나트륨 20 g과 붕산 5 g이 녹아 있는 용액이 모인다.

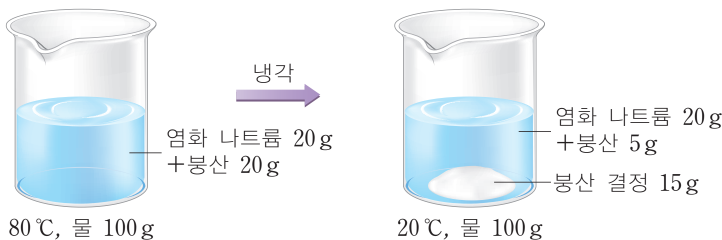


그림 Ⅴ-46 염화 나트륨과 붕산의 혼합물에서 붕산 결정 석출

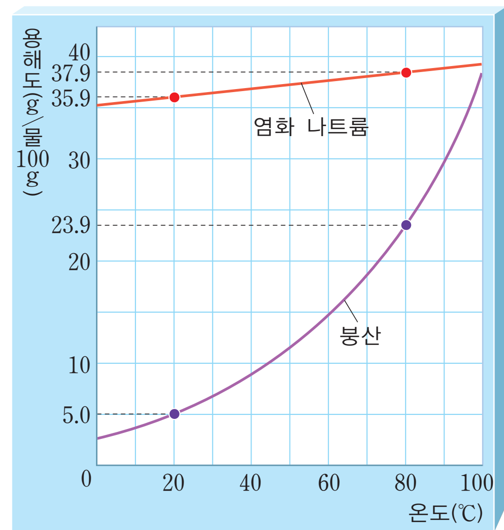


그림 Ⅴ-47 염화 나트륨과 붕산의 용해도 곡선

이와 같이 온도에 따른 용해도의 변화가 큰 물질과 작은 물질이 섞여 있을 때 용해도 차이를 이용하여 각 성분 물질을 분리하는 방법을 **분별 결정**이라고 한다.



잠깐 체크 불순물이 섞인 소금을 순수한 소금으로 만들 때 이용하는 방법은 무엇인가?

과학 자료실 혈액 투석의 원리

콩팥은 우리 몸의 노폐물을 걸러 내어 오줌으로 배설하는 역할을 한다. 그러나 콩팥이 건강하지 못한 사람들은 혈액 투석을 하여 노폐물을 제거한다. 혈액 투석은 거름종이에 있는 구멍보다 더 작은 구멍을 가진 반투막을 이용하여 거름과 같이 입자의 크기 차를 이용하여 물질을 분리한다.

혈액 투석 과정에서 혈액 투석 장치의 관을 통해 혈액을 몸 밖으로 빼내어 반투막이 있는 투석 장치를 통과시키면, 배설되어야 하는 작은 노폐물만 반투막을 통해 빠져나온다. 투석 과정에서 노폐물을 제거한 혈액은 다시 관을 통해 몸으로 되돌려준다.



혈액 투석 장치



탐구 활동 물질의 특성을 이용한 혼합물의 분리

목·표

물질의 특성을 이용하여 혼합물을 분리할 수 있다.

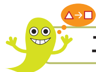
준·비·물

펀치로 뚫은 여러 가지 플라스틱(폴리프로필렌, 폴리에틸렌, 폴리스타이렌, 페트), 소금, 증류수, 숟가락, 비커, 페트리 접시, 약숟가락

유·의·점

1. 플라스틱은 비슷한 크기의 조각들로 만들어 사용한다.
2. 플라스틱 표면에 기포가 묻어 떠오를 수 있으므로 주의한다.

가. 밀도 차를 이용한 혼합물의 분리



과정

플라스틱의 종류에 따라 밀도가 다른 점을 이용하여 플라스틱 혼합물을 분리해 본다.



플라스틱 혼합물

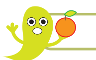
플라스틱의 종류	폴리프로필렌 (PP)	저밀도 폴리에틸렌 (LDPE)	폴리스타이렌 (PS)	페트 (PET)
밀도(g/mL)	0.86	0.93~0.97	1.05	1.4
용도	플라스틱 용기 뚜껑	튜브형 화장품 용기	일회용 포장 용기	음료수 병

❶ 증류수가 담긴 비커에 같은 크기의 플라스틱 혼합물을 넣는다.
❷ 물 위에 뜨는 플라스틱 조각을 숟가락으로 떠낸다.
❸ 비커에 소금을 조금씩 넣어 가며 떠오르는 플라스틱 조각이 있으면 과정 ❷와 같이 떠낸다.
❹ 바닥에 가라앉은 플라스틱을 모두 건져내고, 깨끗한 물로 씻은 후 건조시킨다.









결과

1 각 단계에서 얻은 플라스틱의 종류를 구분하여 표에 써 보자.

물 위에 뜬 것	소금물에 뜬 것	가라앉아 있는 것

2 여전히 혼합물 상태로 남아 있는 플라스틱의 종류는 무엇인가?



해석

1 결과 1과 같이 나온 이유를 설명해 보자.

2 혼합물로 얻은 플라스틱을 더 분리할 수 있는 방법을 생각해 보자.

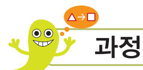
준·비·물

염화 나트륨, 설탕, 질산 칼륨, 비커(2개), 눈금 실린더, 물, 유리 막대, 가열 도구, 거름 장치, 전자저울, 온도계, 장갑

유·의·점

뜨거운 물을 사용할 때에는 화상을 입지 않도록 주의한다.

나. 용해도 차를 이용한 혼합물의 분리



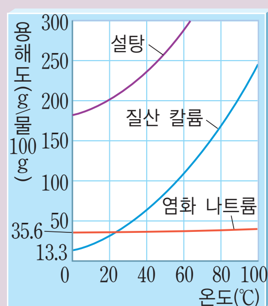
과정

❶ 비커에 염화 나트륨 1 g, 설탕 1 g, 질산 칼륨 25 g을 혼합한다.
❷ 혼합물에 50℃ 이상의 뜨거운 물 50 mL를 넣어 혼합물을 모두 녹인다.
❸ 혼합물을 녹인 비커를 찬물이 담긴 큰 비커에 넣고 식힌다.
❹ 결정이 충분히 석출된 후 거름 장치를 이용하여 석출된 결정을 거른다.









ⓐ 용해도 곡선



결과

거름종이에 걸러진 고체와 용액 중에 남아 있는 물질은 무엇인가?



해석 창의 · 인성

1 물질을 다른 불순물로부터 분리하는 이와 같은 방법을 무엇이라고 하는가?

2 불순물 없이 물질을 최대한 회수하려면 어떻게 하면 좋을지 토의해 보자.

이와 같이 겉보기에 비슷한 플라스틱들도 밀도가 각각 다르므로 밀도 차를 이용하여 분리할 수 있고, 불순물이 섞여 있는 고체 혼합물은 용해도 차를 이용한 방법을 통해 순물질로 얻어낼 수 있다.

자기 주도 학습

개념 확인하기	생활 속 문제 해결하기	과학과 기술, 사회 연관 짓기
용해도 차를 이용하여 혼합물을 각각의 물질로 분리하는 방법을 무엇이라고 하는가?	멸치를 물에 넣고 끓여 멸치 국물을 만들었다. 혼합물의 분리 방법 중 어떤 방법을 사용한 것인가?	휴대 전화에는 금, 은 등의 귀금속과 각종 금속 자원이 포함되어 있다. 폐휴대 전화에 포함된 자원을 회수하는 과정에 대해 조사해 보자.

2-4 크로마토그래피



학습 목표

- 크로마토그래피의 기본 원리와 장단점을 설명할 수 있다.
- 간단한 크로마토그래피로 혼합물을 분리할 수 있다.

운동 경기가 끝나면 메달을 딴 선수들을 비롯해 임의로 지정된 선수들은 도핑 테스트를 받는다. 도핑 테스트는 선수가 운동 경기에서 약물의 도움을 받아 운동 능력을 향상시키기 위해 주사를 맞거나 약물을 복용했는지의 여부를 확인하는 과정이다.

도핑 테스트에서 선수들의 소변을 채취하여 크로마토그래피법으로 분석하면 금지 약물 복용 여부를 알 수 있다고 한다. 크로마토그래피법은 무엇이며, 어떻게 선수들의 약물 복용 여부를 알 수 있을까?

크로마토그래피
그리스 어의 크로마(chroma 색깔)와 그라페인(graphein 기록하다)의 복합어로, 색깔로 기록한다는 뜻이다.



거름종이에 수성 사인펜으로 그림을 그리고 물을 떨어뜨리면 물과 함께 수성 사인펜의 색소가 번져 나간다. 이때 한 가지 색으로만 보이던 색이 여러 가지 색으로 나누어져 보인다. 이러한 원리로 물질을 분리하는 방법을 **크로마토그래피**라고 한다. 크로마토그래피로 수성 사인펜의 색소를 분리해 보자.



해 보기 수성 사인펜의 색소 분리 실험

|준비물|

거름종이, 수성 사인펜, 비커, 물, 수수깡, 연필, 자, 셀로판테이프, 랩

|과정|







❶ 적당한 크기의 거름종이를 준비하고 밑에서 1 cm 정도 되는 곳에 수성 사인펜을 이용하여 세 점을 찍는다.

❷ 셀로판테이프를 이용하여 거름종이를 수수깡에 고정시킨다.

❸ 비커에 물을 붓고 거름종이를 0.5 cm 정도 잠기게 한 다음, 비커를 랩으로 씌운다.

❹ 색깔이 충분히 이동한 후에 거름종이를 꺼내어 말린다.

|결과|

수성 사인펜은 어떤 색소들로 이루어져 있으며, 가장 많이 이동한 색은 무엇인가?

크로마토그래피는 용매가 거름종이와 같은 지지대 위를 이동할 때 혼합물의 각 성분 물질들이 용매를 따라 이동하는 속도 차를 이용하여 혼합물을 분리하는 방법이다.

거름종이의 아랫부분에 혼합물 용액의 점을 찍은 후 용매에 담그면, 용매가 위로 올라감에 따라 혼합물의 각 성분도 용매를 따라 올라간다.

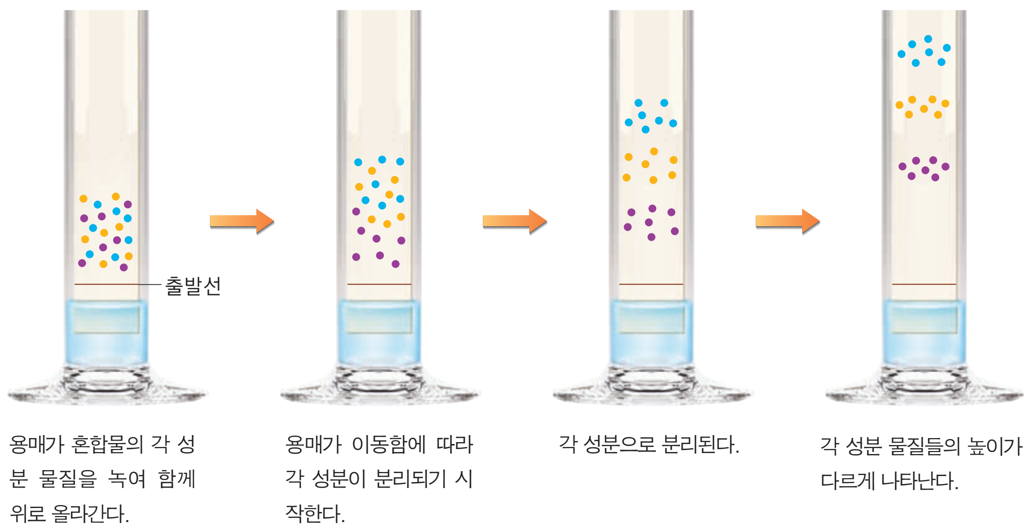


그림 Ⅴ-48 크로마토그래피의 원리

그림에서 혼합물에 포함된 성분 중 파란색이 많이 이동한 것으로 보아 파란색의 성분은 거름종이에 붙어 있으려는 성질보다 용매를 따라 이동하려는 성질이 크다는 것을 알 수 있다. 이에 비해 보라색과 노란색 성분은 파란색 성분보다 용매를 따라 이동하려는 성질이 작다는 것을 알 수 있다.

크로마토그래피는 성질이 비슷하여 다른 방법으로 쉽게 분리할 수 없는 물질들도 비교적 쉽게 분리할 수 있으며, 양이 적은 경우에도 분리할 수 있다. 또한 짧은 시간에 성분 물질의 수, 종류, 양까지 알아낼 수도 있어서 다른 분리 방법보다 강력하면서도 다양한 방법으로 응용하여 사용할 수 있다.

크로마토그래피는 매우 많은 분야에서 사용된다. 연구실에서 물질의 성분과 양을 알아내는 데 사용하며, 운동선수들의 도핑 테스트나 소변 검사, 혈액 검사, 마약 검사에도 이용된다. 이 밖에 단백질 성분을 검출하거나 식품에 남아 있는 농약이나 중금속을 검사할 때, 식물의 엽록소를 분리할 때에도 크로마토그래피를 이용한다.

과학과 사회

크로마토그래피는 운동 경기 및 범죄 수사에 응용된다. 이와 같이 과학은 올바른 공정 사회를 이루는 데 중요하다.

스스로 해결하기

크로마토그래피로 혼합물을 분리할 때 많이 이동한 성분일수록 용매를 따라 이동하는 성질이 (   ) 것이다.

 **크로마토그래피로 혼합물을 분리하는 방법의 장점은 무엇인가?**

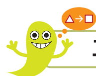
 탐구 활동 | 우리 주변의 혼합물 분리의 예 | 조사

목·표

주변에서 혼합물을 분리하는 예를 찾고, 그와 관련된 원리가 무엇인지 설명할 수 있다.

준·비·물

인터넷이 가능한 개인용컴퓨터, 신문, 잡지, 필기도구 등



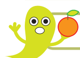
과정

❶ 4~5명을 한 모둠으로 나누어 신문, 잡지, 인터넷 자료 등을 이용해 우리 주변에서 혼합물을 분리하는 예를 조사한다.

❷ 조사한 자료에서 사용한 혼합물의 분리 방법은 무엇이며, 어떤 물질의 특성을 이용하였는지 기록한다.

❸ 각 모둠의 결과를 발표하고, 다른 모둠의 결과와 비교해 본다.





결과 창의 · 인성

분리의 예(출처)	분리 과정 또는 방법	이용한 물질의 특성
예 선박에서 바다로 유출된 기름의 제거 (○○ 신문, ○○ 월 ○○ 일)	1. 물 위에 뜬 기름을 흡착포를 이용하여 제거 2. 기름을 포함한 물을 흡입하여 원심 분리	물질의 밀도 차이

깨끗한 수돗물을 얻기 위해서 다양한 과정을 거치는 것과 같이 우리 주변의 물질들은 대부분 우리가 얻고자 하는 대로 존재하기보다는 불필요한 물질이 섞여 있는 경우가 많다. 따라서 여러 가지 물질의 특성을 이용하여 혼합물을 분리해냄으로써 필요한 물질을 얻는다.

자기 주도 학습

개념 확인하기

각 성분이 표면에서 이동하는 정도의 차를 이용하여 혼합물을 분리하는 방법을 무엇이라고 하는가?

생활 속 문제 해결하기

두부를 만드는 과정에서 사용되는 분리 방법을 조사해 보자.

과학과 기술, 사회 연관 짓기

크로마토그래피는 현재 많이 사용하는 분석 방법이다. 크로마토그래피의 종류와 용도에 대해 조사해 보자.

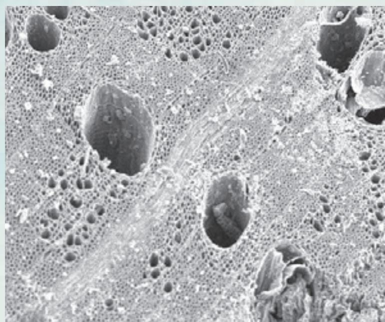
창의·인성 활동

보충·심화

흡착

숯은 오래전부터 연료로 사용되기도 하였지만 냄새와 독을 제거할 때에도 사용해 왔다. 숯은 탄소로 이루어진 물질로서, 작은 구멍이 많이 있어 표면적이 매우 넓다. 숯처럼 표면적이 넓은 물질은 표면에 다른 물질이 잘 달라붙는 성질이 있는데, 이와 같이 표면에 다른 물질이 달라붙는 것을 흡착이라고 한다.

옛날에는 숯이 이물질을 흡착하는 성질을 이용하여 깨끗한 숯을 우물 바닥에 넣어 우물물을 깨끗하게 하였다. 또한 전통적으로 간장을 만들 때 숯을 이용하여 불순물을 제거하기도 하였다. 요즘에는 숯의 흡착력을 이용하여 탈취제로도 많이 사용한다.


숯 표면 확대

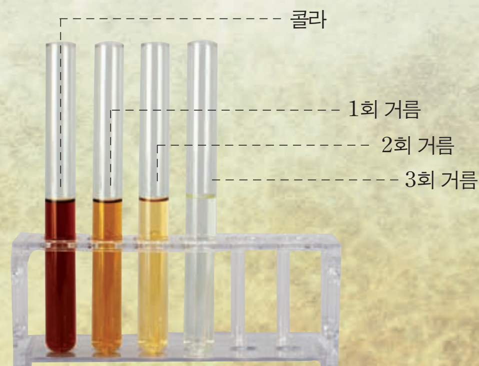

탈취제로 사용하는 숯


간장독 안의 숯

탄소 가루인 활성탄도 흡착이 일어나는 대표적인 물질인데, 흡착력을 이용하면 물질을 분리할 수 있다.

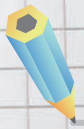
콜라에 활성탄을 넣어 잠시 두었다가 거르는 과정을 3회 정도 반복하면 콜라의 색소가 활성탄에 흡착되어 색깔이 없어지는 것을 볼 수 있다.





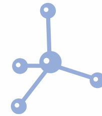
콜라의 흡착 과정


토의하기 생활 속에서 흡착을 이용하는 예를 찾아보자.



대단원 마무리

Ⅴ. 물질의 특성


개념 정리하기

	②			⑥			⑧	
						⑤		
①		④						
					⑦			
	③						⑭	
						⑪ ⑫		
		⑩						
	⑨							
						⑯		
⑬					⑮			



가로 열쇠

① 공기처럼 각 성분이 고르게 섞여 있는 혼합물의 한 종류이다.

③ 한 종류의 물질만으로 이루어져 물질의 특성이 일정한 물질을 말한다.

⑤ 고체 상태의 순물질이 융해할 때 나타나는 (　　　) 은(는) 일정하기 때문에 물질의 특성이 된다.

⑦ 찻잎에서 차를 우려내듯이 용매를 이용하여 고체나 액체 혼합물에서 특정 성분만을 녹아나오게 하는 방법이다.

⑨ 서로 섞이지 않는 액체 혼합물을 분리할 때 사용하는 기구이다.

⑪ 일정한 온도에서 용매 100 g에 용질이 최대로 녹아 있을 때 용질의 질량을 말한다.

⑬ 불순물이 섞여 있는 고체 물질을 높은 온도의 용매에 녹여 온도를 낮추거나 용매를 증발시켜 순수한 고체 결정을 얻는 방법을 말한다.

⑮ 전체 용액에 포함된 용질의 질량 비율을 백분율로 나타낸 것을 퍼센트 (　　　)라고 한다.



세로 열쇠

② 성분 물질이 고르지 않게 섞여 있는 혼합물을 (　　　) 혼합물이라고 한다.

④ 두 가지 이상의 순물질이 섞여 있어 물질의 특성이 혼합 비율에 따라 달라지는 물질을 말한다.

⑥ 에탄올, 염화 나트륨 등과 같이 두 가지 이상의 원소가 결합하여 만들어진 하나의 새로운 순물질을 말한다.

⑧ 액체 상태의 순물질을 가열하면 종류에 따라 일정한 (　　　)을(를) 갖기 때문에 서로 구별할 수 있다.

⑩ 두 물질의 용해도 차를 이용하여 혼합물에 들어 있는 물질을 각각 분리하는 방법을 말한다.

⑫ 설탕물의 경우 설탕은 (　　　)이다.

⑭ 용매에 용질이 고르게 녹아 들어가는 현상을 말한다.

⑯ 단위 부피당 질량을 말하며, 단위는 주로 g/cm^3로 나타내는 것이다.

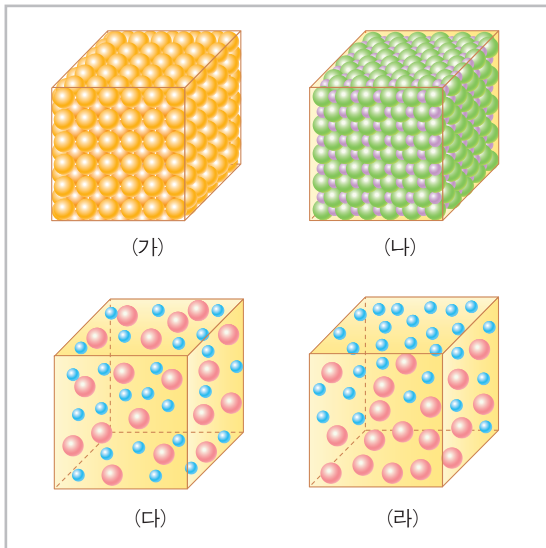
개념 적용하기



1 다음 물질 중 순물질인 것은?

① 깨끗한 찻잎에서 우려낸 녹차
② 숲 속에서 만나는 깨끗한 공기
③ 자연에서 얻은 순수한 천연 꿀
④ 남태평양 바다의 투명한 바닷물
⑤ 천연 동굴 안에서 발견된 수정 결정

2 그림은 물질들을 모형으로 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것은?

① 순물질은 (가), (나), (다) 세 가지이다.
② (가)는 녹는점이 일정할 것이다.
③ (나)는 균일 혼합물에 해당한다.
④ (다)와 (라)의 끓는점은 같다.
⑤ 설탕물은 (라)의 모형으로 설명할 수 있다.

3 물질의 특성이 될 수 있는 것을 〈보기〉에서 있는 대로 고르시오.

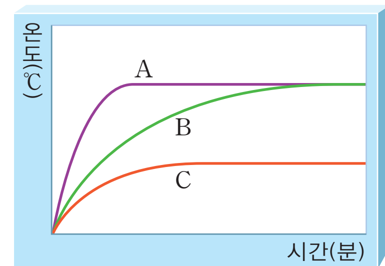
보기

ㄱ. 질량	ㄴ. 부피	ㄷ. 밀도
ㄹ. 온도	ㅁ. 압력	ㅂ. 녹는점
ㅅ. 끓는점	ㅇ. 용해도	

4 실험실에 있는 몇 가지 고체의 질량과 부피를 측정하였더니 표와 같았다. 이 물질들을 밀도가 작은 것에서 큰 순서대로 나열하시오.

구분	A	B	C	D
질량(g)	3.0	5.0	0.001	1.0
부피(mL)	3.0	10	500	5.0

5 그림은 액체 A~C를 일정하게 가열하면서 얻은 가열 곡선이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것은? (정답 2개)

① 끓는점이 가장 낮은 물질은 A이다.
② 가장 빨리 끓기 시작한 물질은 C이다.
③ A와 B는 같은 물질이다.
④ A는 B보다 양이 적다.
⑤ A의 양은 C의 2배이다.

6 뜨거운 물을 그림과 같은 장치에 넣고 뚜껑을 닫은 다음, 피스톤을 이용하여 압력을 낮추어 주었더니 용기 안의 물이 끓었다.



이 실험과 가장 관련이 깊은 것은?

① 압력 밥솥에서는 쌀이 빨리 익는다.
② 눈이 오면 길에 염화 칼슘을 뿌린다.
③ 보트를 탈 때에는 구명조끼를 입는다.
④ 높은 곳에서 밥을 하면 밥이 설익는다.
⑤ 탄산음료는 뚜껑을 닫아서 보관해야 한다.

개념 적용하기



7 튀김을 하기 위해 가열한 식용유에 실수로 물을 몇 방울 떨어뜨렸더니 물과 식용유가 튀어 올랐다. 그 이유를 밀도와 끓는점의 차로 설명하시오.

8 그림은 우리 조상들이 막걸리와 같은 발효주에서 소주를 얻을 때 사용한 소줏고리이다.



이와 같은 원리로 물질을 분리할 수 있는 혼합물을 <보기>에서 있는 대로 고르시오.

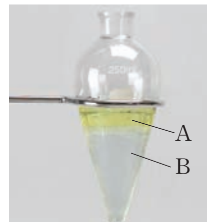
보기

ㄱ. 간장과 참기름　　ㄴ. 물과 식용유
ㄷ. 에탄올과 메탄올　　ㄹ. 아세톤과 물

9 다음 혼합물들의 분리 방법과 이용되는 물질의 특성을 옳게 짝지은 것은?

	혼합물	분리 방법	물질의 특성
①	소금물	증류	녹는점
②	소금과 모래	재결정	용해도
③	커피 알갱이	추출	끓는점
④	공기	분별 증류	끓는점
⑤	식용유와 물	분별 깔때기법	용해도

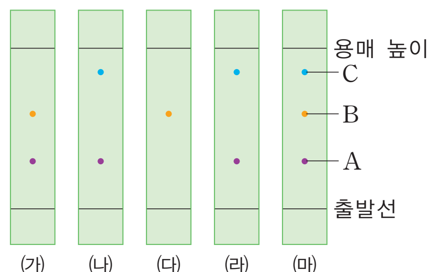
10 그림과 같은 장치를 이용하여 두 액체를 분리하는 실험을 하였다. 이 실험 장치에 대한 설명으로 옳은 것을 <보기>에서 있는 대로 고르시오.



보기

ㄱ. A는 B보다 밀도가 작다.
ㄴ. 기구의 이름은 분별 깔때기이다.
ㄷ. 서로 섞이지 않는 액체 혼합물을 분리한다.
ㄹ. 분리된 혼합물은 위층을 먼저 따라 낸다.

11 그림은 수성 사인펜이 어떤 색소로 이루어져 있는지 알아보기 위해 크로마토그래피로 분리한 결과이다.



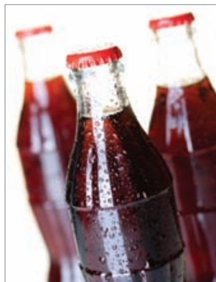
이에 대한 설명으로 옳은 것은?

① 성분 A는 B보다 용매에 대한 친화력이 크다.
② (나)는 최소한 세 가지 이상의 성분이 포함되어 있다.
③ (다)와 (라)를 적당량으로 혼합하면 (가)를 얻을 수 있다.
④ (라)를 다른 성분과 혼합하면 대부분의 색깔을 만들 수 있을 것이다.
⑤ 성분 물질의 성질이 비슷하여 다른 방법으로 분리하기 어려운 혼합물을 분리할 때 유용하다.

개념 응용하기

창의 · 인성 키우기

1) 콜라에는 여러 가지 물질이 섞여 있다. 물질의 특성을 이용하여 콜라의 성분 물질을 분리해 낼 수 있는 방법을 세 가지 이상 설계해 보시오.



탐구력 기르기

2) 그림과 같이 드라이아이스를 수조에 넣고 비눗방울을 불어 넣었다.



공기의 밀도와 물에 대한 용해도를 고려하여 비눗방울이 어떻게 될 것인지 예측해 보시오.

창의 · 인성 키우기

3) 자동차에 기름을 넣을 때에는 한낮보다 서늘한 아침에 넣는 것이 환경 친화적이기도 하고, 경제적이어서 좋다고 한다.



휘발유가 가지는 특성을 이용하여 그 이유를 설명하시오.

과학 글쓰기

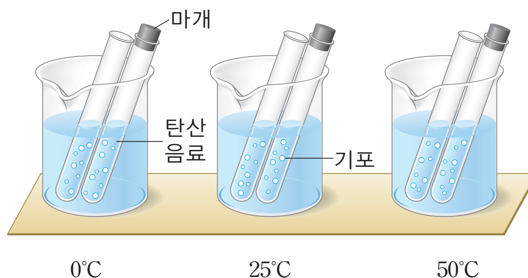
4) 석유 화학 공장에서는 원유를 분리하여 여러 가지 연료와 아스팔트, 나프타 등을 얻는다. 그리고 나프타를 몇 단계로 처리하면 플라스틱의 원료를 얻을 수 있다. 플라스틱은 그림과 같이 쌀알만한 알갱이로 만든 후 다시 녹여 각종 제품으로 만든다. 따라서 플라스틱을 재활용하려면 플라스틱을 종류별로 나누어서 분리수거하여야 한다.



석유 화학 공장을 견학하면서 위와 같은 사실들을 알게 되었다고 생각하고, 공장 견학 후에 느낀 점들을 물질의 특성이나 혼합물의 분리 과정과 연관지어 글로 표현해 보시오.

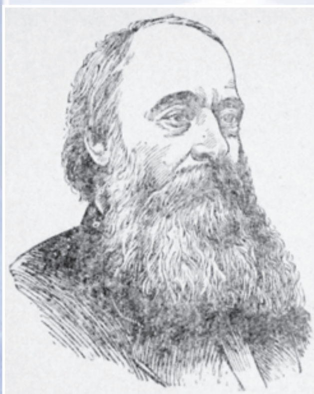
탐구력 기르기

5) 시험관에 탄산음료를 넣고 그림과 같이 장치하였다.



(1) 이 실험으로 알아보고자 하는 가설을 써 보시오.
(2) 이 실험에서 관찰해야 할 것이 무엇인지 쓰고, 실험 결과를 예상해 보시오.

줄(Joule, J, P. ; 1818~1889)



영국의 물리학자로서 16세 때 화학자 돌턴(Dalton, J.)에게 화학과 물리학의 기초 교육을 받은 것 외에는 독학으로 공부하였다.

20세 무렵에는 전류로부터 역학적 일을 발생시키는 장치의 발명을 목표로 전류 연구에 전념하였다. 그 결과 1840년에는 전류가 흐르는 도선에서 열이 발생한다는 사실을 알게 되었고, 이때 발생하는 열량과 전류의 관계를 조사하여 줄의 법칙을 발견하였다. 그는 에너지 보존 법칙을 최초로 주장하였고, 1866년에는 영국 왕립 학회로부터 당시의 과학계 최고 명예라고 할 수 있는 코플리 메달을 받았다.



Ⅵ 일과 에너지 전환

❖ 이 단원에서는

에너지는 물리 현상뿐만 아니라 생명 현상, 우주의 탄생과 기원 등 많은 분야에서 매우 중요한 개념으로서, 한 종류의 에너지는 다른 종류의 에너지로 전환되면서 여러 가지 일을 할 수 있다. 과학적으로 일을 한다는 것의 의미는 무엇일까? 또 에너지를 이용하여 어떻게 일을 할 수 있을까?

이 단원에서는 일과 에너지의 정의 및 그 관계를 알고 일의 원리를 적용하는 사례와 역학적 에너지 보존 법칙을 학습한다. 또한 일상생활에서 경험할 수 있는 여러 가지 에너지의 종류와 에너지가 전환될 때의 특징을 이해하고, 미래 생활에서 에너지의 중요한 역할에 대해서도 알아보자.

1

» 중단원 미리 보기

일과 역학적 에너지



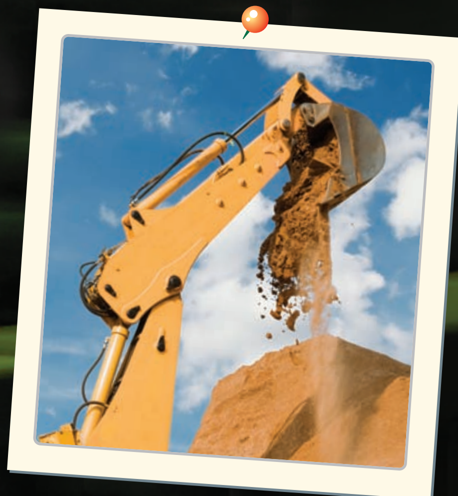
일

과학에서는 물체를 들어 올리는 동안은 일을 한다고 표현하지만 물체를 들고만 있을 때에는 일을 한다고 말하지 않는다. 과학에서 말하는 일은 어떤 의미일까?

우리는 살아가면서 에너지를 이용하여 다양한 일을 한다. 일을 할 때에는 사람이 직접 하는 경우도 있지만 여러 가지 도구를 이용하는 경우가 많다. 도구를 사용하여 일을 하는 이유는 무엇일까? 또 역학적 에너지 보존 법칙이란 무엇일까?

도구의 사용

땅을 파내는 일을 할 때 한 일의 양은 어떻게 나타낼 수 있을까? 그리고 굴착기와 같은 도구를 사용하여 일을 하는 이유는 무엇일까?



역학적 에너지

높은 곳에 있는 물체나 운동하는 물체는 어떤 에너지를 갖고 있을까? 이러한 에너지는 어떻게 표현할 수 있을까?



높은 곳에 있는 물이 갖는 에너지



달리는 치타가 갖는 에너지



스카이다이버가 갖는 에너지

1-1 일과 일률



학습 목표

- 과학에서 의미하는 일의 정의를 알고 일의 양을 구할 수 있다.
- 일률의 개념을 이해하고, 일률을 구할 수 있다.

사람은 여러 가지 일을 하면서 살아간다. 그리고 우리는 일상생활에서 일이란 말을 자주 사용한다. 이러한 일의 의미에는 직업, 업무, 의무, 계획 등 여러 가지가 있다.

과학에서 말하는 일과 일상생활에서 말하는 일은 어떻게 다를까?

다음 그림은 '일'이라는 말이 사용되는 여러 가지 상황이다. 이 중 과학에서 말하는 일에 해당하는 것을 찾아보자.

그림 Ⅵ-1 여러 가지 일의 의미

일과 일의 양

사람이 물건을 실은 카트를 밀면 카트는 힘을 받아 힘의 방향으로 움직인다. 이와 같이 과학에서는 힘이 물체에 작용하고 그 물체가 힘의 방향으로 이동할 때 힘이 **일**을 한다고 한다.

과학에서 말하는 일은 힘을 많이 이용하는 운동 경기에서도 알 수 있다. 역도 선수가 무거운 역기를 들고 서 있거나 힘을 주어도 역기가 움직이지 않는다면, 역기에 대해 일을 하지 않는 것이다. 하지만 바닥으로부터 역기를 들어 올리면 역기를 들어 올리는 힘이 역기에 일을 한 것이다.

또 양궁 선수가 화살을 활시위에 걸어 당기고 가만히 있을 때에는 일을 하는 것이 아니다. 그러나 당겨져 있는 활시위를 놓으면 활의 탄성력이 화살에 일을 하여 화살이 앞으로 나아가게 된다.

한편, 중력이 일을 하는 경우도 있다.

물이 댐에 고여 있을 때에는 일을 하지 않는다. 하지만 물이 중력에 의해 높은 곳에서 낮은 곳으로 떨어지면 중력이 물에 일을 하는 것이다.

중력이 하는 일은 이 밖에도 수없이 많다. 높은 하늘에서 떨어지는 스카이다이버나 높은 곳에서 떨어지는 놀이기구들의 경우에도 중력이 일을 하는 것이다. 이와 같이 지표면으로 떨어지는 모든 물체에 대하여 중력은 일을 한다.

잠깐 체크 생활 주변에서 탄성력이 일을 하는 경우의 예를 들어 보자.



그림 Ⅵ-2 사람의 힘이 하는 일(역도)



그림 Ⅵ-3 탄성력이 하는 일(양궁)



그림 Ⅵ-4 중력이 하는 일(스카이다이빙)

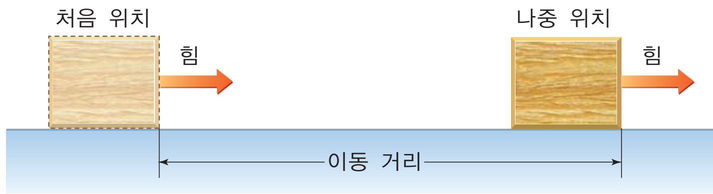


그림 Ⅵ-5 힘이 한 일

힘이 얼마나 많은 일을 했는지 알기 위해서는 힘의 크기와 힘의 방향으로 이동한 거리를 알아야 한다.

힘의 크기가 같을 때에는 이동한 거리가 길수록 더 많은 일을 한 것이고, 이동 거리가 같을 때에는 작용한 힘이 클수록 더 많은 일을 한 것이다.

따라서 일의 양은 힘의 크기와 힘의 방향으로 이동한 거리를 곱하여 구할 수 있다. 이때 일의 단위는 **J(줄)**을 사용하는데, 1 J은 1 N의 힘을 작용하여 물체를 1 m 이동시켰을 때 한 일의 양이다.

1 J
$1\,J = 1\,N \times 1\,m$

$$\text{일의 양}(W) = \text{힘}(F) \times \text{이동한 거리}(s)$$

물체를 이동시키는 데 힘이 작용하지 않거나 힘이 작용하는 방향으로 이동하지 않으면 일을 한 것이 아니다.

예를 들어, 책상을 미는 경우 책상을 미는 힘과 책상이 움직인 거리의 곱이 한 일이 된다. 그러나 벽을 밀고 있을 때 벽이 움직이지 않으면 이동 거리가 0이므로 한 일도 0이 된다. 또 가방을 든 상태로 걸어갈 때 손이 가방에 작용한 힘이 한 일은 0이 된다. 가방은 손이 작용한 힘의 방향으로 움직이지 않기 때문이다.

더 자세히

직선상에서 일정한 속력으로 운동하는 물체에 작용하는 알짜힘은 0이다. 따라서 이 물체에 알짜힘이 한 일은 0이 된다.



그림 Ⅵ-6 일을 한 경우_ 책상을 밀어 움직인다.



그림 Ⅵ-7 일을 하지 않은 경우_ 가방을 들고 걸어가거나 벽면을 민다.

일률

영우는 높이가 5 m인 곳까지 100개의 벽돌을 옮기는 일을 하려고 한다. 이때 영우가 벽돌을 옮기는 경우보다 지게차를 이용하여 벽돌을 한 번에 옮기면 더 짧은 시간 안에 일을 할 수 있다. 즉, 일의 양은 같지만 일을 하는 빠르기는 달라진다.

일을 하는 빠르기, 즉 일의 효율은 어떻게 비교하면 좋을까?



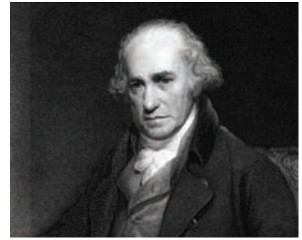
그림 Ⅵ-8 일의 효율

같은 시간에 일을 많이 하거나, 같은 양의 일을 짧은 시간에 할 수 있으면 일을 하는 효율이 높은 것이다. 이때 일의 효율을 **일률**이라고 하며, 단위 시간당 한 일의 양으로 구한다.

일률의 단위는 **W(와트)**를 사용하는데, 1 W는 1초 동안 1 J의 일을 할 때의 일률이다.

$$\text{일률}(P) = \frac{\text{일의 양}(W)}{\text{걸린 시간}(t)}$$

와트
(Watt, J.; 1736~1819)



영국의 기계 기술자로서 증기 기관을 발명하였다. 일률의 단위 W는 그의 이름에서 따온 것이다.

1 W
1 W=1 J/s

수학 적용하기 일과 일률 창의 · 인성

〔문제〕 혜진이는 책상에 수평 방향으로 40 N의 힘을 작용하여 책상을 4초 동안 3 m 밀고 갔다. 혜진이가 책상에 한 일의 일률은 얼마인가?

〔해결〕
- 주어진 조건: 책상에 작용한 힘은 40 N, 힘이 작용한 방향으로 이동한 거리는 3 m, 일을 하는 데 걸린 시간은 4초이다.
- 알고 있는 것: 일 = 힘 × 이동 거리, 일률 = $\frac{\text{일의 양}}{\text{걸린 시간}}$
- 문제 해결 과정

  혜진이가 책상에 한 일은 40 N×3 m=120 J이다.

  혜진이의 일률은 $\frac{120\ \text{J}}{4\ \text{s}}$ = 30 W이다.



일과 에너지

높은 곳에 있는 물은 떨어지면서 물레방아를 돌리는 일을 할 수 있고, 바람은 바람개비를 돌리는 일을 할 수 있다. 이처럼 일을 할 수 있는 능력을 **에너지**라고 하며, 에너지를 가진 물체는 일을 할 수 있다. 에너지를 가지고 일을 하는 예는 주변에서도 쉽게 찾아볼 수 있다. 예를 들어 전기 에너지는 엘리베이터를 움직이는 일을, 자동차 연료의 화학 에너지는 자동차를 달리게 하는 일을 할 수 있다.

그렇다면 물체에 일을 하면 한 일은 어떻게 될까?

사람이 우물에서 물을 길어 올리는 일을 하면 물의 위치 에너지가 증가한다. 또 스키장에서 스키를 타고 내려오는 사람의 경우 중력이 사람에게 일을 하면 사람의 속력이 증가하면서 운동 에너지도 증가한다. 즉, 어떤 물체에 일을 하면 일은 그 물체에 에너지로 저장된다. 이와 같이 일과 에너지는 밀접한 관련이 있으며, 에너지가 있으면 일을 할 수 있고, 일은 에너지로 저장될 수 있다.

에너지의 단위는 일의 단위와 같은 J을 사용한다.



그림 Ⅵ-9 떨어지는 물은 물레방아를 돌리는 일을 할 수 있다.



그림 Ⅵ-10 바람은 풍차의 날개를 돌리는 일을 할 수 있다.



그림 Ⅵ-11 전기는 엘리베이터를 움직이는 일을 할 수 있다.



잠깐 체크 일을 할 수 있는 능력을 무엇이라고 하는가?



그림 Ⅵ-12 연료는 자동차를 달리게 하는 일을 할 수 있다.

자기 주도 학습

개념 확인하기

단위 시간당 한 일의 양을 무엇이라고 하는가?

개념 응용하기

영수는 바닥에 있는, 무게 20 N인 가방을 들어서 높이 1 m인 책상 위로 올렸다. 영수가 한 일은 얼마인가?

생활 속 문제 해결하기

가정에서 사용하는 도구 중에서 일률을 크게 하기 위해 만들어진 것을 찾아보고, 그것이 어떻게 일률을 크게 하는지 설명해 보자.

STEAM 융합

바퀴의 발명



돌을 깎아 만든 바퀴





통나무를 잘라서 만든 바퀴



바퀴는 인류의 발명품 중에서 가장 중요한 것 중의 하나이다. 바퀴가 발명된 이후 거의 모든 산업 분야에서 일률은 크게 향상되었다.

최초의 바퀴는 기원전 3500년경에 수메르 인이 통으로 된 원반이나 나무판자를 사용한 것이었다. 이 발명품은 라인 강에서 유프라테스 강에 이르는 넓은 지역까지 매우 빠르게 확산되었다.

기원전 2000년경에 아시리아 인들은 속이 꽉 찬 무거운 바퀴 대신 오늘날의 바퀴처럼 가운데 부분을 파낸 바퀴를 발명하였다. 이들은 바퀴로 전차의 기동력을 높여 중동 지역을 누비고 다녔다. 이후 나무 바퀴의 마모를 줄이기 위해 바퀴의 바깥에 가죽이나 철판을 씌운 것이 등장하였다.

오늘날과 같이 공기가 채워진 고무 타이어는 1888년 아일랜드의 던롭이 자신의 아들이 자전거를 탈 때 진동이 심해서 불편을 겪는 것을 보고 이를 완화시키기 위하여 발명하였다. 이때부터 고무는 바퀴의 재료가 되었다. 현재 고무바퀴는 자동차와 같이 무거운 물체의 무게를 지탱하고 충격을 완화해 주는 등 우리의 생활에서 없어서는 안 될 중요한 물건이 되었다.

바퀴의 발명으로 수레나 자동차 등의 기구가 만들어졌으며 더 많은 양의 일을 훨씬 빠르게 할 수 있게 되었다.



바퀴살을 넣어 만든 바퀴





공기가 채워진 고무를 이용한 바퀴





오늘날 자동차의 바퀴

1-2 일의 원리



학습 목표

- 간단한 도구를 이용하여 일의 원리를 설명할 수 있다.
- 도구를 유용하게 사용하는 예를 말할 수 있다.

우리나라의 성곽 중 조선 정조 때 만들어진 수원화성은 매우 화려하면서 발전된 모양을 갖추고 있어서 1997년 유네스코 세계 문화유산으로 지정되었다. 수원화성을 지을 때에는 여러 가지 도구가 이용되었는데, 그중에서 정약용이 고안한 거중기는 여러 개의 도르래를 적절히 연결하여 작은 힘으로 무거운 물체를 들어 올릴 수 있는 도구로써 매우 유용하게 사용되었다.

수원화성의 축성에 관한 기록물 "화성성역의궤"에는 거중기에 대해 다음과 같이 기록하고 있다. "이미 시험해 본 것으로 말한다면 큰 돌 1개의 무게가 약 12,000근인데, 불과 30명밖에 안 되는 장정으로도 쉽게 들어 올릴 수 있다. 한 사람당 몫을 계산해 보면 약 400근의 무게가 된다."

수원화성

당시의 1근은 오늘날의 질량으로 바꾸면 약 642 g으로, 400근이면 약 257 kg에 해당한다. 즉, 거중기라는 도구를 이용하여 한 사람당 약 257 kg의 물체를 들어 올린 것이다.

이처럼 옛날부터 사람들은 무거운 물체를 들어 올리거나 이동시키기 위해 도구를 사용하였다.

오늘날 우리 주변의 여러 곳에서도 도구를 사용하여 일을 하는 경우를 많이 볼 수 있는데, 이렇게 도구를 사용하는 이유는 무엇일까?



정약용의 거중기

지레

B. C. 3세기에 아르키메데스는 "나에게 충분히 긴 지렛대와 받침대를 준다면 지구도 들 수 있다."라고 하였다. 이 말은 지레를 이용하면 작은 힘으로도 매우 무거운 물체를 들거나 움직이게 할 수 있다는 것을 비유한 것이다. 지레를 사용하여 일을 하면 직접 일을 할 때와 어떤 점이 다른지 알아보자.

탐구 활동 지레를 이용한 일의 원리 실험

목·표

지레를 이용하여 물체를 움직일 때, 작용하는 힘과 한 일의 관계를 설명할 수 있다.

준·비·물

5 cm 간격으로 홈이 파인 나무 막대(50 cm), 받침대, 0.5 kg 추, 누름 용수철 저울, 용수철 저울, 자, 조각칼

유·의·점

1. 나무 막대는 가급적 가볍고, 얇은 것을 사용한다.
2. 누름 용수철 저울로 지레를 누를 때에는 처음 눌렀던 곳을 계속 눌러야 한다.

과정

❶ 용수철 저울에 0.5 kg의 추를 매달고 추의 무게를 측정한다.

❷ 나무 막대의 한쪽 끝에 0.5 kg의 추를 고정시키고 첫 번째 홈에 받침대가 놓이도록 한 후 자로 나무 막대의 오른쪽 끝부분(A)의 높이를 잰다.

A

❸ 지레가 수평이 될 때까지 누름 용수철 저울로 A 부분을 누른다. 수평이 되었을 때 누름 용수철 저울의 눈금을 읽고, A 부분이 움직인 거리와 추가 올라간 거리를 측정한다.

A

❹ 받침대를 다른 홈으로 옮겨 추와 받침대 사이의 거리를 변화시키면서 위의 실험을 반복한다.



결과

1 실험 과정을 바탕으로 하여 다음을 완성해 보자.

• 추의 무게: ( )N

추와 받침대 사이의 거리(m)	0.05	0.1	0.15	0.2	0.25
추가 올라간 거리(m)					
추가 받은 일(J)					
누름 용수철 저울의 눈금(N)					
지레의 A 부분이 움직인 거리(m)					
누름 용수철 저울로 한 일(J)					

탐|구|도|우|미

측정한 값을 표에 기록할 때에는 cm 단위를 m 단위로 바꾸어 기록한다.

2 추와 받침대 사이의 거리가 멀수록 지레를 누르는 힘의 크기는 어떻게 달라질까?

3 추와 받침대 사이의 거리가 멀수록 지레의 A 부분이 이동하는 거리는 어떻게 달라질까?



해석 **창의 · 인성**

1 추를 들어 올릴 때 지레를 이용하는 경우와 사람이 직접 같은 높이까지 들어 올리는 경우에 한 일의 양을 비교해 보자.

2 지레를 이용하여 일을 할 때 좋은 점은 무엇인지 생각해 보자.

지레에는 힘이 직접 작용하는 **힘점**, 지레의 한 부분을 움직이지 않도록 고정시켜 주는 **받침점**, 지레가 물체에 작용하는 **작용점**이 있다. 지레를 이용하여 일을 할 때 받침점으로부터 힘점까지의 거리가 멀수록 작은 힘으로 물체를 들어 올릴 수 있지만 지레의 이동 거리는 길어진다. 이와 같은 지레의 원리를 식으로 나타내면 다음과 같다.



더 자세히

받침점과 작용점 사이의 거리를 a, 받침점과 힘점 사이의 거리를 b라고 하면 다음의 관계식이 성립한다.

$$w \times a = F \times b$$

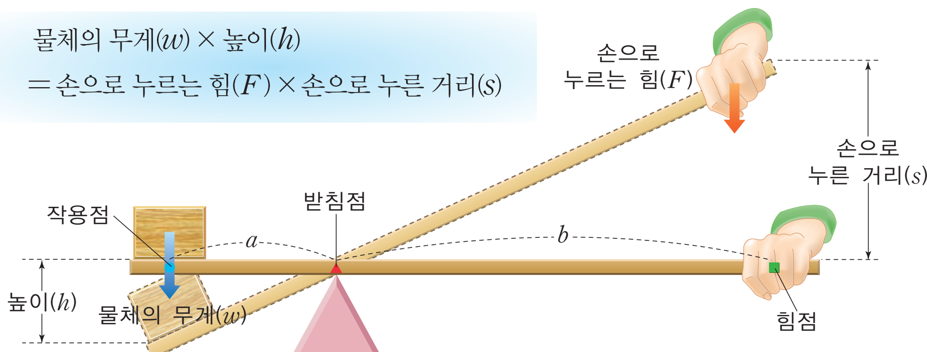


그림 Ⅵ-13 지레의 원리

지레를 이용하면 더 작은 힘으로 일을 할 수 있다. 하지만 작은 힘으로 일을 하는 만큼 이동 거리가 늘어나므로 결국 한 일의 양은 물체를 직접 들어 올릴 때 한 일의 양과 같다. 이와 같이 도구를 이용하면 더 작은 힘으로 일을 할 수 있지만 도구를 이용할 때나 이용하지 않을 때나 힘이 한 일의 양은 같은데, 이를 **일의 원리**라고 한다.

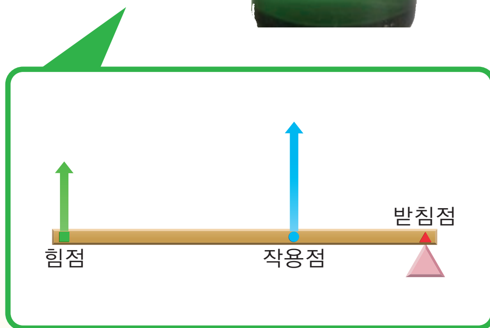
지레의 원리는 일상생활에서 다양하게 이용되며 지레는 받침점, 힘점 및 작용점의 위치에 따라 여러 종류가 있다.

예를 들어 가위나 장도리는 받침점이 힘점과 작용점 사이에 있으며, 병따개나 외발 손수레는 작용점이 힘점과 받침점 사이에 있다. 또한 핀셋이나 젓가락은 힘점이 받침점과 작용점 사이에 있는데, 이러한 지레는 힘의 이득은 없지만 힘점을 조금만 움직여도 작용점의 이동 거리가 커지는 특징이 있다.

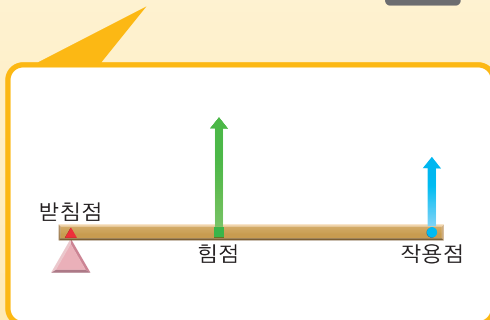
잠깐 체크 지레를 사용하여 무게 400 N의 물체를 100 N의 힘으로 들어 올리고자 한다. 받침점과 힘점 사이의 거리가 50 cm일 때 받침점과 작용점 사이의 거리는 몇 cm여야 하는가?

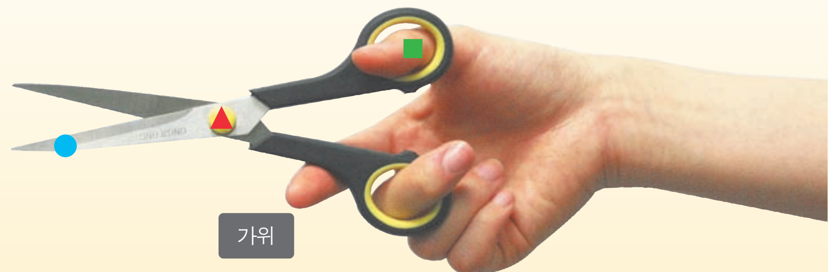
그림 Ⅵ-14 여러 가지 지레의 이용

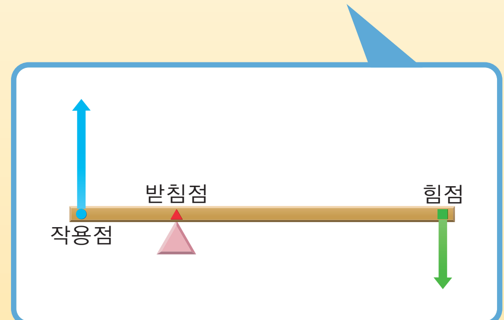












도르래

다리나 빌딩을 건축할 때 사용하는 기중기는 무거운 물체를 높은 곳까지 들어 올리거나 내려 놓는 일을 한다. 이러한 기중기에는 도르래가 설치되어 있다.

도르래는 줄을 걸어 힘을 전달할 때 이용되는 도구로서, 한 지점에 고정하여 사용하는 **고정 도르래**와 물체와 함께 움직이면서 사용하는 **움직 도르래**가 있다.

고정 도르래를 이용하여 물체를 들어 올리려면 물체의 무게와 같은 크기의 힘으로 줄을 당겨야 하므로 힘의 이득은 없다. 하지만 힘을 가하기 편한 방향으로 도르래의 줄을 당길 수 있는 이점이 있다.

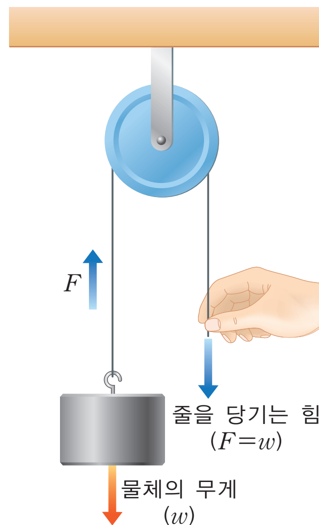


그림 Ⅵ-15 고정 도르래

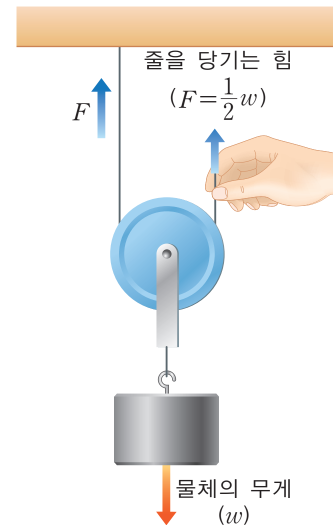


그림 Ⅵ-16 움직 도르래

움직 도르래 한 개를 이용하면 물체의 무게가 도르래에 걸쳐진 양쪽 줄에 나누어지므로 물체 무게의 절반에 해당하는 힘으로 물체를 들어 올릴 수 있다. 즉, 도르래의 양쪽 줄에 같은 크기의 힘이 작용하므로, 한 줄에 작용해야 하는 힘은 물체 무게의 $\frac{1}{2}$이 된다. 대신에 당겨야 하는 줄의 길이는 물체가 올라가는 높이의 2배가 되므로 결국 물체를 들어 올리는 데 드는 일의 양은 직접 들어 올릴 때와 같다. 즉, 도르래를 이용하는 경우에도 **일의 원리**가 적용된다.

만일 움직 도르래를 여러 개 사용하면 더 작은 힘으로 일을 할 수 있지만, 그 힘이 하는 일의 양은 직접 들어 올릴 때와 같다.

잠깐 체크 움직 도르래 한 개를 사용하여 물체를 들어 올리기 위해 줄을 당겨야 하는 힘은 물체 무게의 몇 배인가?

그림 Ⅵ-17 기중기



빗면

높이가 140 m가 넘는 고대 이집트 쿠푸 왕의 피라미드는 평균 무게가 2.5톤인 돌 약 230만 개로 이루어져 있다. 기계가 없던 시절 이집트 인들은 이렇게 무거운 돌을 어떻게 쌓아올렸을까? 과학자들은 이 불가사의한 일에 대해 빗면을 이용했을 것으로 추측하고 있다.

물체를 높은 곳으로 옮기는 경우 빗면을 이용하면 직접 들어 올리는 것보다 더 작은 힘으로 일을 할 수 있다. 이때 빗면의 경사가 완만할수록 물체를 이동시키는 데 필요한 힘의 크기는 작아지지만 물체를 이동시켜야 하는 거리는 길어진다. 따라서 빗면에서도 일의 원리가 적용되어 힘은 적게 들지만 한 일의 양에는 이득이 없다.

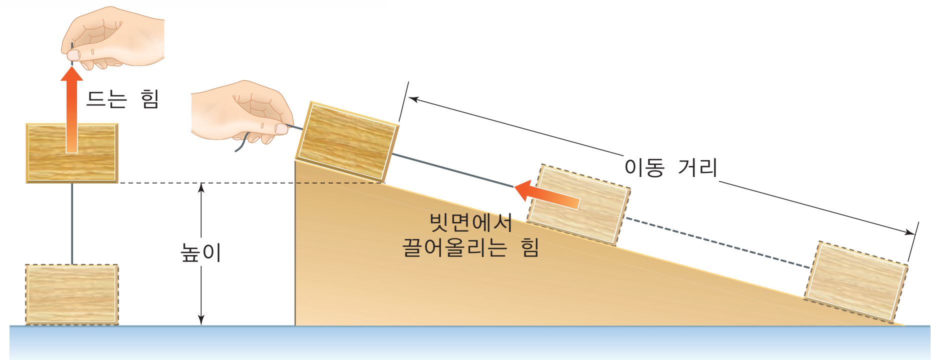


그림 Ⅵ-18 빗면의 원리_ 드는 힘 × 높이 = 빗면에서 끌어올리는 힘 × 이동 거리

빗면의 원리는 우리 일상생활에서 다양하게 이용된다. 예를 들어, 높은 산마루를 넘어가는 도로가 꼬불꼬불한 것도 기울기를 작게 하여 오르는 데 드는 힘을 적게 하기 위한 것이다. 그 밖에 계단, 나사 못 등도 빗면의 원리가 적용된 예이다.



그림 Ⅵ-19 꼬불꼬불한 산길



그림 Ⅵ-20 계단



그림 Ⅵ-21 나사 못

자기 주도 학습

개념 확인하기
지레, 빗면, 도르래 등의 도구를 사용하는 이유는 무엇인가?

생활 속 문제 해결하기
여닫이문의 손잡이가 회전축으로부터 멀리 떨어져 있는 이유는 무엇인지 생각해 보자.

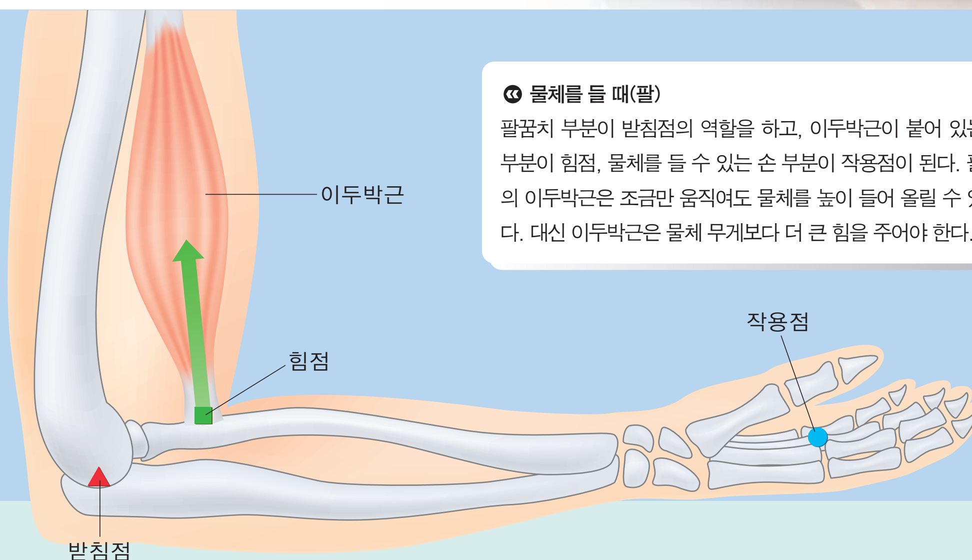
과학과 기술 연관 짓기
변속 장치가 달린 자전거에서 일의 원리가 어떻게 적용되는지 알아보자.

보충·심화

우리 몸에 숨겨진 지레

지레는 작은 힘으로도 큰 힘의 효과를 낼 수 있는 도구이다. 지레의 기본 원리는 받침점과 힘점 사이의 거리와 받침점과 작용점 사이의 거리를 조절하여 작은 힘으로 무거운 물체를 들어 올리는 것이다. 지레의 원리는 우리 몸에서도 찾아볼 수 있다.

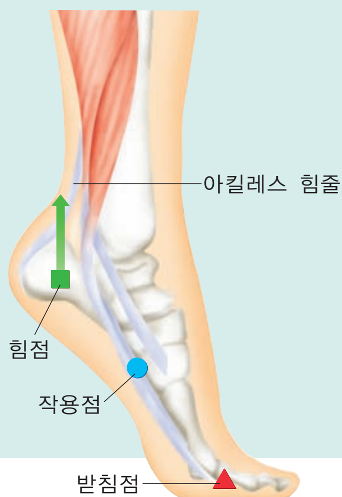
무거운 물체를 들어 올릴 때 움직이는 팔이나 걸을 때 몸을 들어 올릴 수 있는 발목 또는 음식을 씹을 때의 턱관절에는 지레의 원리가 숨어 있다.



물체를 들 때(팔)
팔꿈치 부분이 받침점의 역할을 하고, 이두박근이 붙어 있는 부분이 힘점, 물체를 들 수 있는 손 부분이 작용점이 된다. 팔의 이두박근은 조금만 움직여도 물체를 높이 들어 올릴 수 있다. 대신 이두박근은 물체 무게보다 더 큰 힘을 주어야 한다.

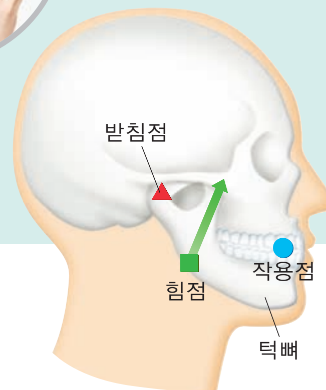
몸을 들어올릴 때(발목)
발가락이 접히는 부분이 받침점의 역할을 하여 장딴지 근육에 힘을 주면 몸을 들어 올릴 수 있다.





음식을 씹을 때(턱)
어금니 안쪽에 받침점이 있고 음식물이 위치한 곳이 작용점이 되어 턱 근육에 힘을 주면 음식물을 씹을 수 있다.





1-3 역학적 에너지



학습 목표

- 운동 에너지와 위치 에너지의 정의를 알고 두 에너지의 관계에 대하여 말할 수 있다.
- 역학적 에너지 보존 법칙을 설명할 수 있다.

스키 점프는 가파른 경사면을 스키를 타고 내려오다가 경사면 끝에서 공중으로 뛰어올라 안정적인 자세로 최대한 멀리 가는 기술을 겨루는 스포츠 경기이다. 스키 점프 선수들은 공중을 날아 최대한 멀리까지 가려고 하는데 경사면을 내려가면서 속력이 100 km/h에 이르기도 한다.

경사면을 빠르게 내려간 스키 점프 선수가 경사면의 끝 지점에 도착하면 경사면을 벗어나 뛰어오르는데, 이상적인 조건에서 150 m 이상을 비행할 수 있다.

스키 점프 선수들은 높은 곳에서 경사면을 따라 내려올 때 웅크린 자세로 가만히 있기만 한다. 그런데 선수들은 어떻게 도약 지점에서 빠른 속력을 얻을 수 있을까?

운동 에너지

우리는 주변에서 운동하는 물체가 일을 하는 경우를 쉽게 찾아볼 수 있다. 예를 들어 볼링에서 굴러가는 볼링공은 핀을 넘어뜨리고, 힘껏 내리친 망치는 벽에 못을 박는다. 또 바람은 요트를 움직이거나 풍차를 돌리는 일을 한다.

이와 같이 운동하는 물체가 가지는 에너지를 **운동 에너지**라고 한다.

운동하는 물체가 가지는 운동 에너지는 물체의 질량과 속력에 따라 달라진다.

실험용 수레를 운동시켜 나무 도막에 부딪히게 하면 수레는 멈추는 동안 나무 도막을 미는 일을 한다. 즉, 수레의 운동 에너지가 나무 도막을 이동시키는 일을 한다. 이때 수레의 속력이 같다면 질량이 큰 수레가 나무 도막을 더 많이 이동시킨다. 따라서 질량이 클수록 물체의 운동 에너지가 더 크다는 것을 알 수 있다.

또 질량이 같은 수레를 다른 속력으로 운동시켜 나무 도막에 부딪히게 하면 속력이 더 빠른 수레가 나무 도막을 더 많이 민다. 따라서 속력이 클수록 물체의 운동 에너지가 더 크다는 것을 알 수 있다.

그림 Ⅵ-22 바람의 운동 에너지를 이용한 예(요트)

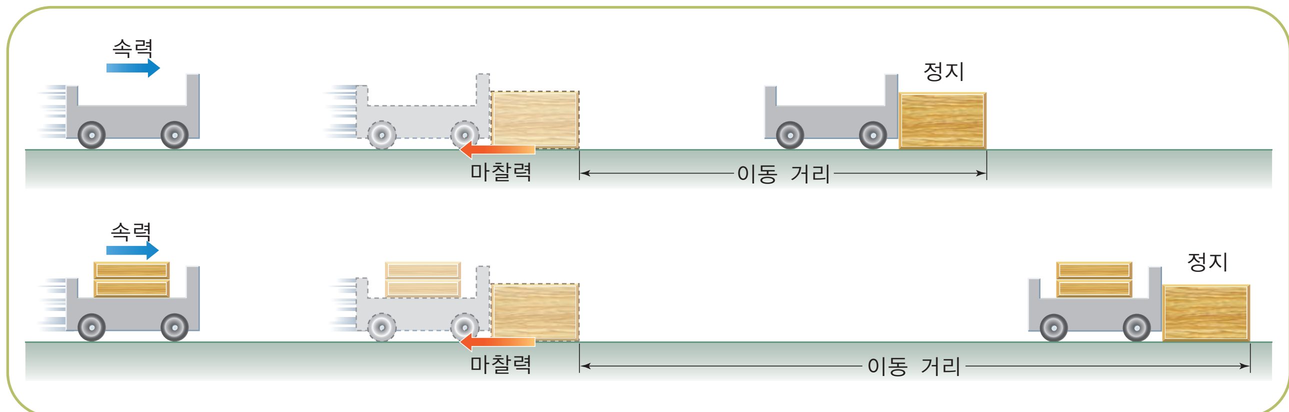


그림 Ⅵ-23 속력은 같고 질량이 다른 두 수레의 운동 에너지_ 질량이 큰 수레의 운동 에너지가 더 크다.

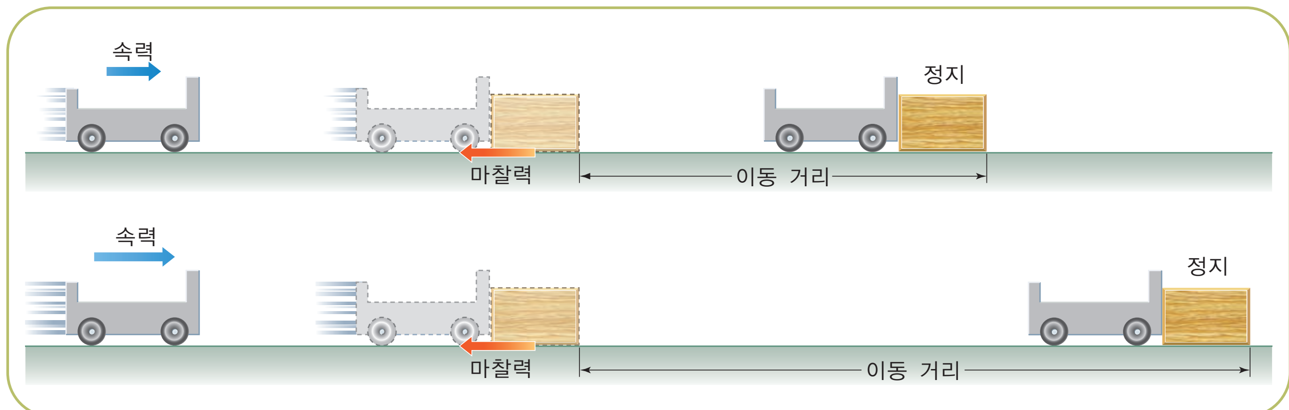
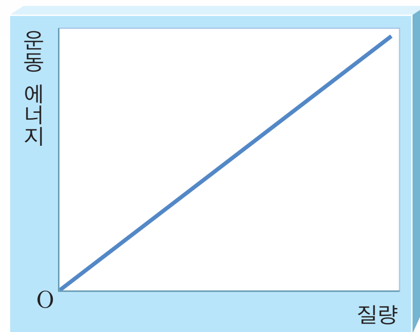


그림 Ⅵ-24 질량이 같고 속력이 다른 두 수레의 운동 에너지_ 속력이 빠른 수레의 운동 에너지가 더 크다.

어떤 속력으로 운동하고 있는 물체의 운동 에너지는 물체를 정지 상태에서 그 속력이 될 때까지 물체에 해 주는 일의 양과 같다. 이때 해 준 일의 양은 물체의 질량에 비례하고 속력의 제곱에 비례한다. 따라서 물체의 질량이 2배, 3배가 되면 운동 에너지도 2배, 3배가 되고, 속력이 2배, 3배가 되면 운동 에너지는 4배, 9배가 된다. 질량이 m인 물체가 v의 속력으로 운동할 때 물체의 운동 에너지 E_k는 다음과 같이 나타낸다.

운동 에너지의 어원
운동 에너지는 'kinetic energy'라고 한다. 'kinetic'은 운동을 뜻하는 그리스 어의 'kinetikos'라는 말에서 유래하였다. 따라서 운동 에너지는 간단히 E_k로 표시한다.

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2 \text{ (J)}$$



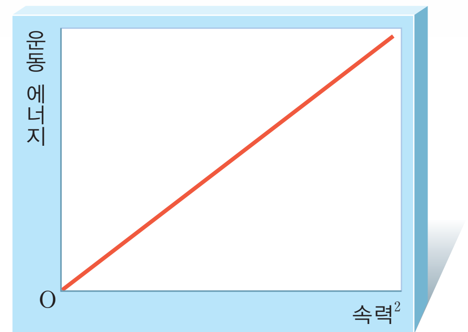


그림 Ⅵ-25 **운동 에너지**_ 물체의 질량에 비례하고, 속력의 제곱에 비례한다.

잠깐 체크 질량이 4 kg인 볼링공이 3 m/s의 속력으로 운동할 때, 볼링공의 운동 에너지는 얼마인가?

위치 에너지

높은 곳에 위치한 물은 떨어지면서 물레방아를 돌리기도 하고, 수력 발전소의 수차를 돌려 전기를 만드는 일을 하기도 한다. 또한 건물을 짓기 전에 기초 공사를 하는 현장에서는 쇠기둥을 세울 때 무거운 쇳덩이를 들어 올렸다가 떨어뜨려 쇠기둥을 박는다.

그림 Ⅵ-26 **수력 발전소**

이와 같이 기준면으로부터 어떤 높이에 있는 물체는 중력에 의하여 아래로 떨어지면서 다른 물체에 일을 할 수 있는데, 이러한 에너지를 **위치 에너지**라고 한다.

위치 에너지는 물체의 위치, 즉 높이와 관계가 있으며, 운동 에너지와 마찬가지로 물체의 질량에 따라 변한다.



그림 Ⅳ-27과 같이 장치하고 어떤 높이에서 쇠구슬을 놓아 수평면 위에 있는 나무 도막에 부딪히게 하면 쇠구슬이 멈추는 동안 나무 도막을 밀게 된다. 즉, 쇠구슬의 위치 에너지가 나무 도막을 이동시키는 일을 한다.

이때 높이가 같다면 질량이 큰 쇠구슬이 나무 도막을 더 많이 이동시킨다. 또 질량이 같다면 더 높은 곳에 있던 쇠구슬이 나무 도막을 더 많이 이동시킨다.

따라서 쇠구슬이 가지는 위치 에너지는 질량이 클수록, 위치가 높을수록 더 크다는 것을 알 수 있다.





그림 Ⅵ-27 쇠구슬이 가지는 위치 에너지

기준면으로부터 어떤 높이에 있는 물체의 위치 에너지는 기준면에서 그 높이까지 중력에 대해 물체를 들어 올리는 데 해 준 일의 양과 같다. 따라서 물체가 갖는 위치 에너지는 '중력×들어 올린 높이'가 된다. 그러므로 해 준 일의 양은 물체의 질량과 높이에 각각 비례한다. 이때 기준면을 다르게 하면 들어 올리는 높이가 달라지므로 위치 에너지도 달라진다.

물체에 작용하는 중력의 크기는 물체의 무게와 같으므로, 물체의 위치 에너지는 '무게×높이'로 나타낼 수도 있다. 따라서 질량 m인 물체가 기준면으로부터 높이 h인 곳에 있을 때 물체의 위치 에너지 E_p는 다음과 같이 나타낸다.

$$E_p = mgh\ (\mathrm{J}),\ (g = 9.8\ \mathrm{m/s^2})$$

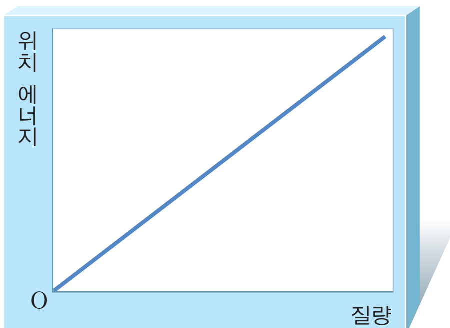
무게와 질량의 관계

어떤 물체의 무게는 물체가 받는 중력의 크기와 같다.

질량 m인 물체의 무게는 $9.8\,m$이다. 예를 들어, 질량이 1 kg인 물체의 무게는 9.8 N이다.

위치 에너지의 표시

위치 에너지는 영어로 'potential energy'라고 한다. 따라서 위치 에너지는 간단히 E_p로 표시한다.



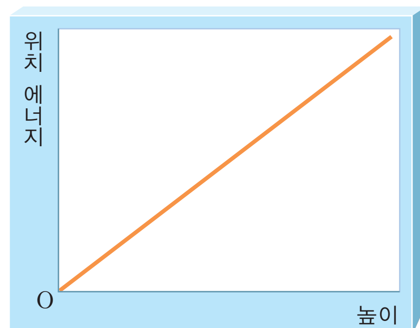


그림 Ⅵ-28 위치 에너지_ 물체의 질량과 높이에 비례한다.



그림 Ⅵ-29 물의 역학적 에너지를 이용한 물레방아

역학적 에너지

높은 곳에서 떨어뜨린 공은 떨어지는 동안 운동 에너지와 위치 에너지를 갖는다. 이때 물체의 운동 에너지와 위치 에너지의 합을 그 물체의 **역학적 에너지**라고 한다.

역학적 에너지는 일과 관련이 있으며, 물체가 하거나 받는 일에 따라 달라진다. 물체가 일을 하면 물체의 역학적 에너지는 감소하고, 반대로 일을 받으면 역학적 에너지는 증가한다.

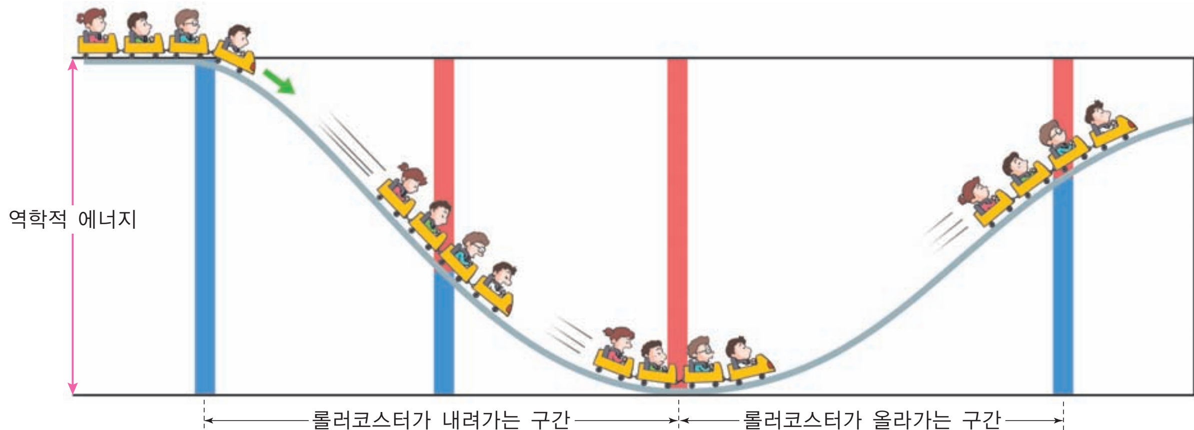
예를 들어, 높은 곳에서 떨어지는 물은 물레방아를 돌리는 일을 한다. 이때 물은 물레방아를 돌리는 일을 하면서 역학적 에너지가 감소하지만, 물레방아는 물이 하는 일을 받음으로써 역학적 에너지가 증가하여 돌게 된다. 이와 같이 물체의 역학적 에너지는 일로 바뀔 수 있고, 또 물체가 받은 일은 역학적 에너지로 저장될 수 있다.



놀이공원에 있는 롤러코스터는 동력으로 가장 높은 곳까지 끌어올리고 나면 그 다음부터는 동력이 없어도 가파른 레일을 따라 오르내리면서 달린다. 롤러코스터가 높은 곳에서 내려올 때에는 속력이 점점 빨라지고 다시 높은 곳으로 오를 때에는 속력이 점점 느려진다.

이때 롤러코스터의 역학적 에너지는 어떻게 될까?

롤러코스터가 운동할 때 위치 에너지와 운동 에너지는 계속 변한다. 동력으로 높은 곳에 올려진 롤러코스터가 레일을 따라 내려갈 때에는 롤러코스터의 높이는 감소하고 속력은 증가한다. 따라서 롤러코스터의 위치 에너지는 감소하고 운동 에너지는 증가한다. 한편, 내려온 롤러코스터가 다시 높은 곳으로 올라갈 때에는 롤러코스터의 높이는 증가하고 속력은 감소한다. 따라서 롤러코스터의 위치 에너지는 증가하고 운동 에너지는 감소한다.



위치 에너지	최대	감소	최소	증가
운동 에너지	최소	증가	최대	감소
역학적 에너지 전환	위치 에너지 → 운동 에너지		운동 에너지 → 위치 에너지	

❷ 그림 Ⅵ-30 롤러코스터의 역학적 에너지

이와 같이 물체가 올라가거나 내려갈 때 운동 에너지가 위치 에너지로 바뀌거나 위치 에너지가 운동 에너지로 바뀌는 현상을 **역학적 에너지 전환**이라고 한다.

> 위치 에너지 ⇄ 운동 에너지 (내려갈 때 →, 올라갈 때 ←)

스스로 해결하기
물체가 떨어질 때 위치 에너지는 ( )하고 운동 에너지는 ( )한다.

운동하는 물체의 위치 에너지와 운동 에너지는 서로 전환된다. 그렇다면 물체의 위치 에너지와 운동 에너지의 합은 어떻게 될까?



탐구 활동 낙하하는 물체의 역학적 에너지 보존

실험(동영상)

목·표

낙하하는 물체의 운동 에너지와 위치 에너지를 구하여 역학적 에너지가 보존됨을 이해할 수 있다.

준·비·물

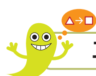
쇠구슬, 속력 측정기 2개, 낙하용 트랙, 전자저울

탐|구|도|우|미

속력 측정기는 적외선을 이용하여 물체가 속력 측정기를 통과하는 동안 물체의 속력을 측정하는 장치이다.

유·의·점

1. 속력 측정기는 적외선 센서를 사용하므로 햇빛이 약한 실내에서 사용하는 것이 좋다.
2. 속력 측정기가 없는 경우에는 스탠드에 시간 기록계를 고정하고 쇠구슬에 종이 테이프를 연결하여 똑바로 떨어 뜨려 실험할 수도 있다.



과정

❶ 그림과 같이 낙하용 트랙에 두 개의 속력 측정기를 설치한다.

❷ 전자저울을 이용하여 쇠구슬의 질량을 측정한다.

❸ 낙하용 트랙의 가장 높은 곳에서 쇠구슬을 떨어뜨린 후 높이에 따른 물체의 속력을 측정한다.





결과

1 쇠구슬의 질량을 기록한다.

쇠구슬의 질량 : (　　　)g

2 쇠구슬의 처음 위치를 A, 첫 번째 속력 측정기의 위치를 B, 두 번째 속력 측정기의 위치를 C라고 할 때, 세 지점 A, B, C에서 쇠구슬의 높이와 속력을 아래 표에 기록한다.

지점	A	B	C
높이(m)			
속력(m/s)			

3 위의 값으로부터 각 경우의 위치 에너지와 운동 에너지 값을 표에 기록하고, 역학적 에너지의 값을 계산한다.

지점	A	B	C
위치 에너지(J)			
운동 에너지(J)			
역학적 에너지(J)			



해석

1 쇠구슬이 떨어지는 동안 위치 에너지와 운동 에너지는 각각 어떻게 변하는가?

2 각 지점에서 역학적 에너지의 값은 어떻게 변할까?

만약 공기의 저항을 무시한다면 낙하하는 물체의 위치 에너지는 점점 감소하고, 감소한 양만큼 운동 에너지는 증가한다. 따라서 물체의 위치 에너지와 운동 에너지의 합인 역학적 에너지는 어느 위치에서든 값이 변하지 않는다.

다음은 질량 m(kg)인 물체가 높이 h(m)에서 떨어지는 동안 위치 에너지와 운동 에너지의 변화를 나타낸 것이다.

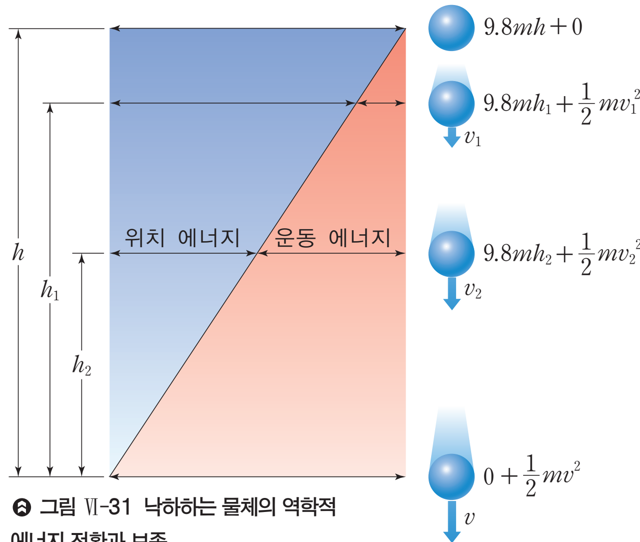


그림 Ⅵ-31 낙하하는 물체의 역학적 에너지 전환과 보존

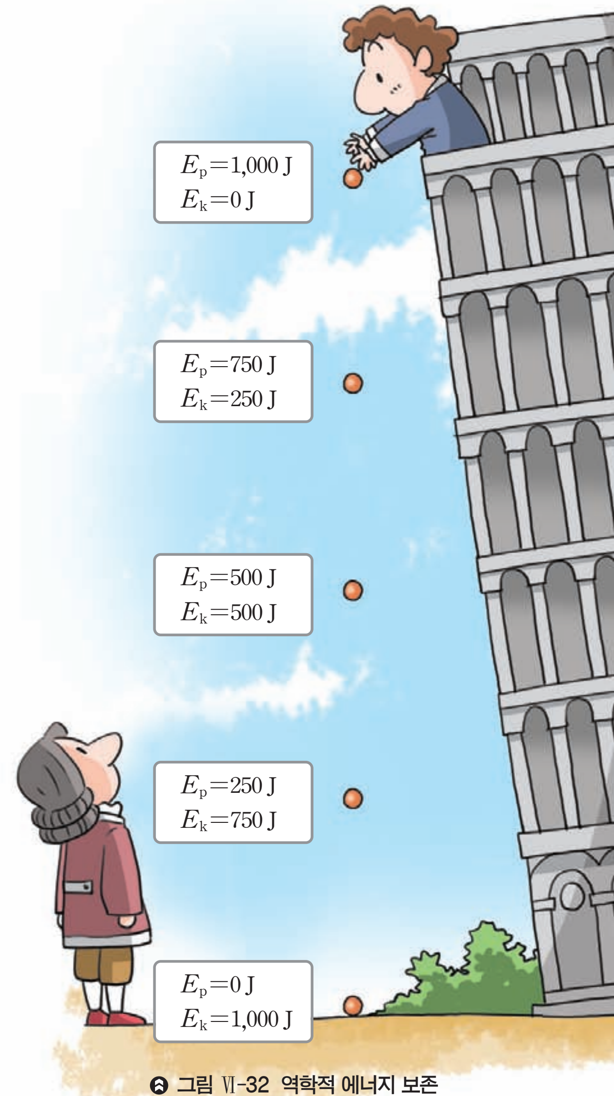


그림 Ⅵ-32 역학적 에너지 보존

처음 높이 h에서 물체의 위치 에너지는 $9.8mh$이고 운동 에너지는 0이므로 역학적 에너지는 $9.8mh$가 된다. 이 물체는 떨어지면서 높이가 낮아져 위치 에너지는 감소하지만 속력이 빨라져 그만큼 운동 에너지는 증가한다. 그러므로 높이 h_1, h_2인 곳에서 역학적 에너지는 같다.

$$9.8mh_1+\frac{1}{2}mv_1^2=9.8mh_2+\frac{1}{2}mv_2^2$$

이와 같이 운동하고 있는 물체의 역학적 에너지는 마찰이나 공기의 저항이 없다면 항상 일정하게 보존되는데, 이것을 **역학적 에너지 보존 법칙**이라고 한다. 마찰이나 공기의 저항이 있는 경우에는 물체의 위치 에너지가 감소하는 만큼 운동 에너지가 증가하지 않기 때문에 물체의 역학적 에너지는 보존되지 않는다.

자기 주도 학습

개념 확인하기

운동 에너지와 위치 에너지의 합을 무엇이라고 하는가?

응용 문제 해결하기

우주여행을 마치고 지구로 돌아온 우주선은 지구로 돌아올 때 공기와 부딪혀 검게 그을려 있다. 이 경우에도 역학적 에너지가 보존된 것인지 생각해 보자.

과학과 생활 연관 짓기

비행기에서 뛰어내린 스카이다이버의 속력이 계속 증가하지 않는 이유에 대하여 생각해 보자.

2 에너지 전환

» 중단원 미리 보기

2-1 에너지와 미래 생활 | 2-2 에너지 전환과 보존

소리 에너지

소리를 이용하여 어떤 일을 할 수 있을까?

열에너지

우리 생활에서 열에너지는 어떻게 이용될까?





빛에너지

어둠을 밝히는 빛에너지의 특징은 무엇일까?

전기 에너지

전기 에너지는 어떤 에너지로 전환될 수 있을까?





우리 주변에는 다양한 종류의 에너지가 있으며, 전환되기 전과 전환된 후의 에너지 총량은 보존된다. 화석 연료와 달리 신 · 재생 에너지는 자원을 재활용할 수 있고 공해를 덜 일으키기 때문에 환경 친화적이다. 에너지는 보존되는데도 불구하고 에너지를 절약해야 하는 이유는 무엇일까?





신 · 재생 에너지

현재 우리 가정이나 자동차 등에서 사용되는 에너지의 대부분은 화석 연료로부터 얻고 있다. 다가올 미래 사회에서 우리는 어떤 에너지를 사용하게 될까?





에너지 전환과 보존

같은 양의 연료로 하이브리드 자동차가 일반 자동차보다 더 먼 거리를 갈 수 있는 원리는 무엇일까?

2-1 에너지와 미래 생활



학습 목표

- 여러 형태의 에너지 종류와 특징을 말할 수 있다.
- 인류의 미래에서 에너지의 중요한 역할을 설명할 수 있다.

오늘날 석유, 석탄 등과 같은 화석 연료는 거의 모든 산업에 쓰이고 있다.

우리나라도 에너지 소비 구조에서 화석 연료에 대한 의존도가 매우 높다. 그러나 화석 연료의 사용은 온실기체의 배출량을 높이고 환경 오염을 일으키는 등 많은 문제점이 있다.

따라서 이러한 문제들을 해결하고 지속 가능한 발전을 위해 미래에는 다양한 신·재생 에너지를 사용할 것으로 예상된다.

여러 가지 에너지의 특징을 알아보고 우리가 앞으로 살아갈 미래 사회에서 에너지의 중요성에 대해 생각해 보자.

목 · 표

신 · 재생 에너지를 비롯한 여러 가지 에너지의 특징을 설명할 수 있다.

탐 | 구 | 도 | 우 | 미

- 신 · 재생 에너지: 신에너지와 재생 에너지를 합한 말
- 신에너지: 연료 전지, 수소 에너지, 석탄 액화 및 가스화
- 재생 에너지: 태양열 에너지, 태양광 에너지, 바이오 에너지, 풍력 에너지, 수력 에너지, 지열 에너지, 해양 에너지, 폐기물 에너지



과정

아래 그림은 우리 주변의 여러 가지 에너지를 나타낸 것이다. 그림을 관찰한 후 과정에 따라 각 에너지의 특징에 대하여 조사해 보자.

❶ 빛에너지, 열에너지, 전기 에너지, 소리 에너지 등 일상생활에서 사용하는 에너지 중 한 가지와 신 · 재생 에너지 중 한 가지를 선정한다.

❷ 3~4명으로 모둠을 구성한 후 역할을 분담하여 선정한 에너지의 특징과 원리, 장단점 등을 조사한다.



빛에너지



열에너지



전기 에너지

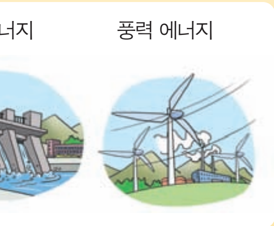


소리 에너지

태양광 에너지



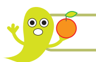
수력 에너지



풍력 에너지



신 · 재생 에너지



결과 창의 · 인성

모둠별로 조사한 에너지의 특징과 원리, 장점과 단점 등에 대해 보고서를 만들고 토론해 보자.



보고서 예시

- ○ 선정한 에너지:
- ○ 특징은 무엇인가?
- ○ 신 · 재생 에너지가 기존의 에너지와 다른 점은 무엇인가?
- ○ 선정한 에너지의 장점은?
- ○ 선정한 에너지의 단점은?
- ○ 어떻게 이용되는가?

우리 주변의 에너지

과거에는 물, 바람, 가축, 사람의 힘 등 여러 가지 에너지원이 있었지만 그중 가장 보편적으로 사용되어 온 자원은 나무이다. 인류는 나무를 태워서 난방을 하고 요리를 했으며, 불을 밝히는 데에도 나무를 사용하였다.

하지만 문명이 발달하면서 에너지 소비가 점점 늘어나면서 그 수요를 감당할 수 없게 되었다. 이때 등장한 것이 석탄, 석유, 천연 가스와 같은 화석 연료이다. 화석 연료는 지각에 파묻힌 식물이나 동물의 유해가 오랜 세월에 걸쳐 화석화되어 만들어진 것으로, 여기에는 **화학 에너지**가 저장되어 있다.

화학 에너지
화학 결합에 의해 물질 속에 저장된 에너지로 화학 변화에 의해 다른 에너지로 전환될 수 있다.

석탄을 에너지로 사용함으로써 산업 혁명이 가능하였고, 이후 석유와 천연 가스가 발굴되면서 에너지의 사용량이 급격히 늘어났다. 이에 따라 화석 연료는 오늘날 인류가 가장 많이 사용하는 에너지가 되었다. 또 빛에너지, 열에너지, 전기 에너지 등 대부분의 에너지도 화석 연료로부터 얻고 있다.

빛에너지는 태양과 같은 광원에서 나오는 에너지로서, 어둠을 밝히거나 식물이 광합성을 하는 데에도 필요한 에너지이다. 인류 역사에서 불이 없던 시기에는 낮에만 활동이 가능하였지만 인위적으로 빛을 얻을 수 있게 되면서부터 활동 시간이 크게 증가하였다. 이를 통해 인류는 더 많은 자원과 지식을 얻을 수 있게 되었고, 문명을 더욱 발전시킬 수 있었다.

인간은 오감을 이용하여 외부로부터 각종 정보를 받아들이는데 눈으로 보는 시각적인 정보가 가장 큰 비중을 차지한다. 따라서 태양이나 전등에 의한 빛에너지는 일상적인 삶을 위해 매우 중요한 에너지라고 할 수 있다.



그림 Ⅵ-33 **화학 에너지**_ 바닷속 깊은 곳의 화석 연료에는 화학 에너지가 저장되어 있다.



그림 Ⅵ-34 **빛에너지**_ 인류는 빛에너지를 사용하면서 밤에도 왕성한 활동을 할 수 있게 되었다.

전기 에너지는 전선을 통해 멀리 떨어진 곳에도 동시에 보낼 수 있다. 또한 열이나 빛, 운동 에너지와 같은 다양한 에너지로 쉽게 전환할 수 있다.

발전기가 발명되기 전에는 전지와 같은 장치를 통해 전기 에너지를 제한적으로만 사용할 수 있었다. 그러나 화력 발전, 수력 발전, 원자력 발전 등에 의해 대규모로 전기 에너지를 생산할 수 있게 되면서 인류는 매우 편리하게 에너지를 이용할 수 있게 되었다.

가정에서 사용하는 많은 전기 기구는 전기 에너지를 빛에너지, 열에너지, 운동 에너지 등 다른 에너지로 전환시켜 주는 장치라고 할 수 있다.



그림 Ⅵ-35 전기 에너지_ 우리가 사용하는 전기는 발전소에서 송전선을 거쳐 가정까지 운반된다.

열에너지는 물질의 온도를 높이는 데 필요한 에너지로서, 일반적으로 여러 가지 연료를 연소시켜 얻는다. 열에너지를 이용하여 우리는 음식을 익혀 먹고 난방을 하기도 한다. 열에너지는 빛에너지와 더불어 인간이 살아가는 데 필요한 가장 기본적인 에너지라고 할 수 있다.

소리 에너지는 물체의 진동에 의해 발생하는 에너지로서, 공기와 같은 매질을 통해 퍼져 나가는 특징이 있다. 또한 소리는 빛과 더불어 정보를 전달해 주는 매우 중요한 신호로 사용되고 있다.



물질의 온도를 높이는 데 필요한 에너지는 무엇인가?



그림 Ⅵ-36 열에너지_ 열에너지를 이용하여 음식을 익혀 먹을 수 있다.



그림 Ⅵ-37 소리 에너지_ 라디오 방송국에서는 소리를 통해 많은 사람에게 정보를 전달한다.

신 · 재생 에너지

현재 사용하고 있는 화석 연료는 매장량이 점점 줄어들고 있으며, 대기 오염이나 지구 온난화와 같은 문제를 일으키고 있다. 따라서 세계 각국에서는 화석 연료를 대신할 수 있는 신 · 재생 에너지의 개발과 이용에 많은 노력을 기울이고 있다.

신 · 재생 에너지란 신에너지와 재생 에너지를 합한 말로 기존의 화석 연료를 변환시켜 이용하거나 태양, 바람, 물, 지열, 생물 유기체 등 재생 가능한 에너지를 변환시켜 이용하는 에너지를 의미한다.

신 · 재생 에너지는 화석 연료에 비해 에너지 밀도가 낮지만 버려지거나 쓰다 남은 자원을 활용하므로 환경 친화적인 에너지라고 할 수 있다.

표 Ⅵ-1 신 · 재생 에너지의 종류

구분	종류
신에너지	연료 전지, 수소 에너지, 석탄 액화 및 가스화
재생 에너지	태양열 에너지, 태양광 에너지, 지열 에너지, 해양 에너지, 풍력 에너지, 수력 에너지, 바이오 에너지, 폐기물 에너지

(자료: 에너지 관리 공단)

연료 전지 연료 전지는 수소, 메테인, 메탄올 등의 연료가 가진 화학 에너지를 연소시키지 않고 직접 전기 에너지로 변환한다.

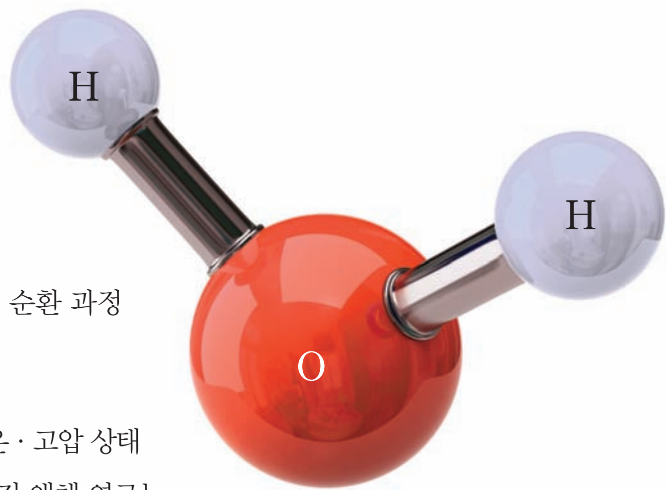
연료 전지는 보통의 전지와 원리는 같지만 연료 공급을 통해 전기를 계속 생산할 수 있다는 점이 다르다. 또한 공해와 소음이 없으며, 전기 생산 과정에서 발생한 열을 난방 등에 이용할 수 있어 효율이 높다. 이러한 연료 전지는 휴대용 전원, 연료 전지 자동차 등 여러 분야에서 차세대 에너지 자원으로 주목받고 있다.



그림 Ⅵ-38 연료 전지 버스

수소 에너지 수소 에너지는 수소를 기체 상태에서 연소시킬 때 발생하는 폭발력을 기계적 운동 에너지로 변환하여 활용하거나, 수소를 분리하여 이용하는 에너지이다.

수소 에너지는 물로부터 수소를 생산하여 다시 물을 생성하는 순환 과정을 기본으로 하고 있어 자원 고갈의 염려가 없다.



ⓐ 그림 Ⅵ-39 물 분자 모형_ 물로부터 수소를 얻는다.

석탄 액화 및 가스화 석탄 액화 기술은 고체 연료인 석탄을 고온 · 고압 상태에서 용매에 녹여 액체 연료로 전환하는 기술이다. 이렇게 만들어진 액체 연료는 자동차의 연료로도 사용이 가능하다.

석탄 가스화 기술은 석탄을 이용하여 수소와 이산화 탄소 등의 혼합 가스를 생성하고 혼합 가스로 가스 터빈 및 증기 터빈을 구동하여 전기를 생산하는 새로운 발전 기술이다.

석탄 액화 및 가스화 기술을 통해 석탄 화력 발전의 열효율을 높일 수 있을 뿐만 아니라 이산화 탄소의 배출도 크게 줄일 수 있다.

태양열 에너지 태양열은 흡수, 저장, 열 변환 등을 통하여 건물의 냉난방이나 급탕 및 발전 등에 이용할 수 있다. 특히 태양열 에너지는 다른 신 · 재생 에너지 설비에 비해 설치가 간단하고 경제적이어서 보급률이 높다. 태양열 이용 시스템은 집열부, 축열부, 이용부로 구성되는데, 이 중 집열부는 태양으로부터 오는 에너지를 모아서 열로 변환하는 장치로서 가장 중요한 부분이다.

태양열은 에너지 밀도가 낮고, 계절이나 시간별 변화가 심하기 때문에 에너지를 효과적으로 모으고 이를 저장하는 기술이 중요하다.

태양열 에너지

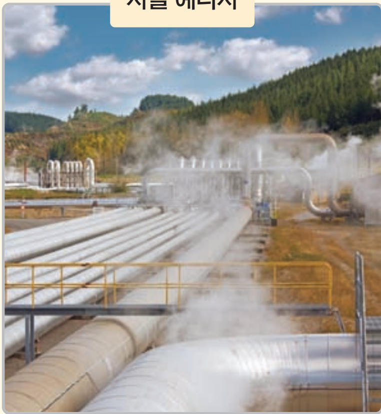


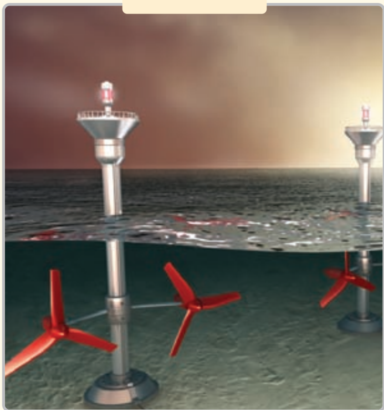
태양광 에너지 태양광 발전은 태양광을 직접 전기 에너지로 변환시키는 방법으로서, 햇빛을 받으면 전기를 발생시키는 태양 전지를 이용한다.

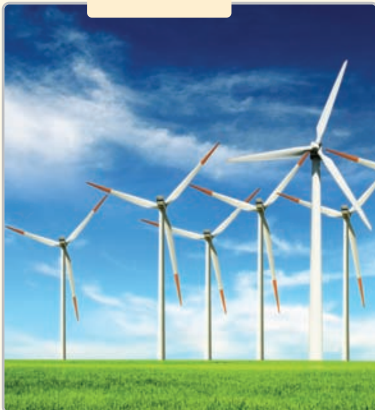
태양 전지는 에너지 변환 단계가 적기 때문에 에너지 전환 효율이 높다.



그림 Ⅵ-40 태양광 에너지 ⓑ


지열 에너지


해양 에너지


풍력 에너지

지열 에너지 지열 에너지는 지하 수 미터에서 수 킬로미터 깊이에 존재하는 뜨거운 물이나 마그마가 가진 열이 지표면으로 나오는 것을 말한다. 이러한 지열 에너지는 냉난방이나 발전에 활용할 수 있다.

지열 발전으로 전기를 생산하는 방법은 비교적 간단하고, 쓰고 남은 열을 이용하여 지역 난방을 할 수 있는 장점이 있다. 그러나 지열 발전이 가능한 지역이 한정되어 있다는 단점이 있다.

해양 에너지 해양 에너지는 바다에서 일어나는 조석, 파도, 온도 차 등으로부터 얻어지는 에너지를 말한다. 해양 에너지에는 밀물과 썰물 때 해수면의 높이 차이를 이용하여 전기 에너지를 얻는 조력 발전, 해안으로 밀려오는 파도의 에너지를 이용하는 파력 발전, 해저층과 해수 표면층의 온도 차에 의해 발생한 열에너지를 이용하는 온도 차 발전 등이 있다.

풍력 에너지 바람이 가진 운동 에너지를 이용하여 전기 에너지를 생산할 수 있다. 특히 우리나라는 해안선이 길고 바람이 많이 부는 산이 많아 풍력 발전을 하기에 유리한 조건을 가지고 있다.

풍력 발전은 환경에 미치는 영향이 적고 국토를 효율적으로 이용할 수 있는 발전 방식이다. 그러나 발전을 할 수 있을 정도의 강한 바람이 항상 부는 것이 아니므로 에너지를 저장하기 위한 충전 기술이 필요하다.

수력 에너지 수력 발전은 개천이나 강, 호수에 물이 흐르면서 생기는 운동 에너지를 전기 에너지로 변환시키는 발전 방식이다. 특히 10,000 kW 이하의 소규모 수력 발전을 소수력 발전이라고 한다.

소수력 발전은 전력 생산 외에도 농업용 저수지나 보, 하수 처리장, 정수장 등에도 적용할 수 있기 때문에 개발 가치가 풍부한 청정 자원으로 평가받고 있다.


수력 에너지

바이오 에너지 바이오 에너지는 동식물에 존재하는 유기물로부터 얻는 에너지로 나무로부터 얻는 땔감, 식물성 기름으로부터 얻는 바이오 디젤, 사탕수수나 밀 등으로 만든 바이오 에탄올, 음식물 쓰레기와 퇴비 및 가축 배설물을 발효시켜 얻는 메테인 가스 등이 있다.

바이오 에너지는 직접 에너지로 사용할 수 있고, 연소시켜 열, 증기, 전기를 생산하는 데 이용하기도 한다. 바이오 에너지는 다양한 방면에 폭넓게 사용할 수 있는 가능성 때문에 미래의 에너지로 각광받고 있다.

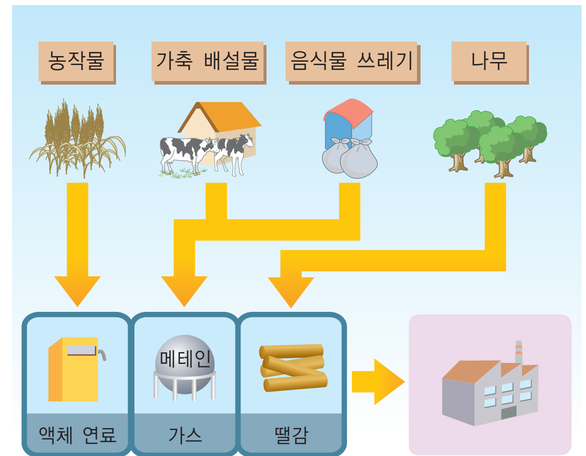


그림 Ⅵ-41 바이오 에너지의 생산 과정

폐기물 에너지 폐기물 에너지란 사업장 또는 가정에서 버려지는 여러 가지 폐기물로부터 얻는 에너지를 말한다. 폐기물 에너지는 폐기물을 이용하므로 자원의 재활용과 환경 보존이라는 측면에서 큰 의미가 있다.

특히 우리는 생활하면서 많은 양의 음식물 쓰레기를 배출한다. 이러한 음식물 쓰레기를 그냥 소각하거나 매립하면 대기나 토양을 오염시킬 수 있다. 그러므로 이를 유용한 에너지 자원으로 활용하는 기술은 매우 중요하다.

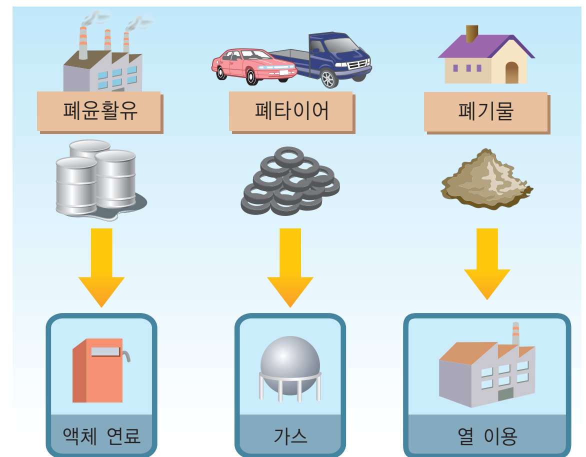


그림 Ⅵ-42 폐기물 에너지의 생산 과정

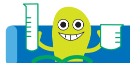
잠깐 체크 신 · 재생 에너지 중에서 신에너지에 속하는 세 가지는 무엇인가?

에너지와 미래 생활

인류는 에너지를 사용하여 문명을 발전시켜 왔으며, 미래에도 에너지는 인류 발전에 중요한 역할을 할 것이다. 그러나 석유와 같은 화석 연료는 환경 오염, 지구 온난화 등과 같은 심각한 문제를 일으키고 있다. 또 화석 연료는 매장량이 한정되어 있으므로 머지않아 고갈될 수 있다.

특히 우리나라는 에너지 자원이 부족하여 필요한 에너지의 대부분을 외국에서 수입해서 쓰고 있다. 따라서 미래에도 지속 가능한 발전을 위해서는 에너지를 외국에 의존하지 않는 에너지 자립 국가를 만들어야 한다. 이러한 에너지 자립을 위해서는 화석 연료가 아니라 재생 가능한 에너지를 최대한 활용해야 한다.

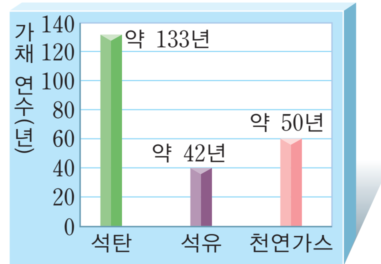


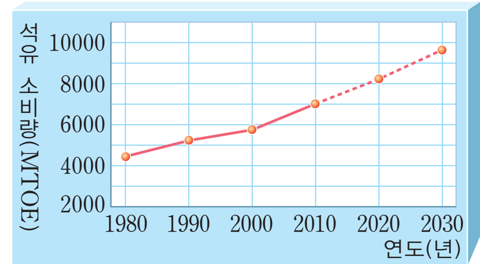


해 보기 석유가 사라진다면? 조사

|과정|

다음은 주요 화석 연료의 가채 연수와 석유 소비량을 그래프로 나타낸 것이다.





(자료: 지식 경제부, 2010년)

가채 연수
자원의 확인된 매장량을 연간 생산량으로 나눈 수치

TOE
석유 1톤을 연소할 때 발생하는 에너지로, 석유 환산톤이다.
1 MTOE＝1백만 TOE

|해석| 창의 · 인성

1 석유 자원의 매장량은 한정되어 있지만 석유의 소비량은 계속 늘어나고 있다. 이에 따른 문제점을 조사해 보자.

2 시간의 흐름에 따라 나타나는 화석 연료의 부족 현상은 우리 삶에 어떤 변화를 줄 것인지 생각해 보자.

화석 연료가 점점 고갈되면서 세계 각국의 에너지 자원 확보 경쟁은 갈수록 심화되고 있다. 따라서 모든 인류가 환경을 오염시키지 않으면서 풍족하게 사용할 수 있는 신 · 재생 에너지를 개발하고 발전시키는 일은 매우 중요하다.

최근에는 에너지 자립을 위해 개별적으로 노력하는 사람들도 늘어나고 있다. 이들은 주택을 태양열로 난방하거나 태양 전지나 풍력 발전으로 전기를 만든다. 또한 가축 분뇨의 처리 과정에서 생긴 가스로 요리를 하는 등 에너지를 외부에 의존하지 않는 것이 가능함을 보여 주고 있다. 이러한 노력은 개인뿐만 아니라 국가 차원으로 이루어져야 한다.

신 · 재생 에너지는 환경 친화적이고 자원이 비교적 풍부하지만 이를 효율적으로 사용하기 위해서는 추가적인 시설과 장치 및 지속적인 관리가 필요하다. 또한 신 · 재생 에너지 역시 무한한 것은 아니므로 낭비하지 않고 절약해서 사용해야 한다.

자기 주도 학습

개념 확인하기	생활 속 문제 해결하기	과학과 기술 연관 짓기
나무를 태우면 어떤 에너지를 얻을 수 있는가?	전기가 공급되기 어려운 산골이나 외딴섬에서 사용할 수 있는 신 · 재생 에너지에는 어떤 것이 있는지 알아보자.	태양광 발전에 이용되는 태양 전지의 원리에 대하여 조사해 보자.

보충·심화

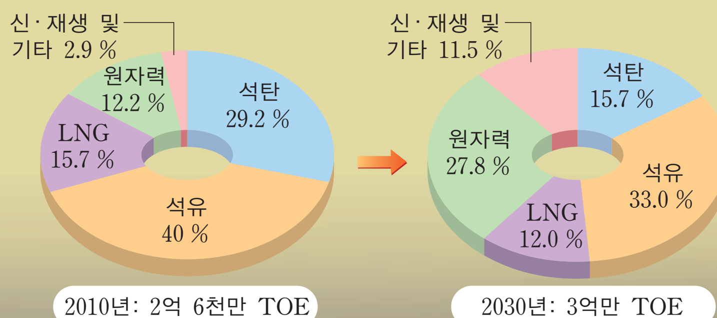
탄소 제로 도시를 꿈꾸며……



탄소 제로 도시란 화석 연료를 전혀 사용하지 않고, 온실기체 배출량만큼 청정에너지를 생산하는 도시이다. 탄소 제로 도시에서는 건물, 발전 설비, 교통 시스템 등과 관련하여 자체적으로 종합적인 온실기체 절감 대책을 세우고, 탄소 제로를 향한 노력을 기울여 나가고 있다.

탄소 제로 도시의 대표적인 사례는 영국의 '베드제드'이다. 2002년 영국 남부 도시인 베링턴 시의 오물 처리장을 매립해 100가구 규모의 친환경 주거 단지로 조성된 베드제드는 건물 지붕 위에 설치한 닭 볏 모양의 환기구로 유명하다. 이 환기구는 바람에 따라 회전하면서 건물의 공기를 순환시키고, 건물 내부의 적정 온도를 유지한다. 이 환기구가 설치된 건물들은 빗물과 오수를 재활용하고, 에너지를 덜 사용할 수 있도록 고효율의 단열재로 설계되어 있다. 또한 도시 내에는 폐목재 등을 사용하는 열병합 발전소와 주민이 공동으로 사용할 수 있는 전기 자동차 충전소를 설치했다. 이와 같이 온실 기체 배출을 최소화하려는 시도는 최근 큰 성공을 거두고 있다. 베드제드의 성공에 힘입은 영국 정부에서는 향후 주택 건립 계획에 베드제드 사례를 적극 반영하겠다는 계획을 세워 놓고 있다.

우리나라에서는 2008년 8월에 발표된 국가 에너지 기본 계획에서 '녹색 성장을 구현하는 에너지 비전'을 제시하고, 2030년까지 신·재생 에너지의 보급률을 11 %까지 높이는 것을 목표로 하고 있다. 그 이유는 기후 변화에 대응하는 지속적인 에너지원으로서뿐만 아니라 녹색 성장을 선도하는 차세대 성장 동력으로서 신·재생 에너지의 중요성이 부각되고 있기 때문이다.



에너지원별 수요 전망(자료: 지식 경제부)

영국의 베드제드

2-2 에너지 전환과 보존



학습 목표

- 에너지 전환의 예를 일상생활에서 찾을 수 있다.
- 에너지 전환 과정에서 에너지가 보존됨을 설명할 수 있다.

영희가 스마트폰으로 동영상 강의를 보고 있다. 스마트폰 화면에서는 말쑥하게 차려입은 선생님의 모습이 보이고, 스피커에서는 선생님의 열정적인 목소리가 들려온다. 또, 사용 중인 스마트폰을 손으로 만져 보면 따뜻하다.

스마트폰에서 나오는 빛에너지, 소리 에너지, 열에너지는 어떻게 만들어질까?



에너지 전환

우리는 항상 에너지를 이용하며 살아간다. 에너지를 이용한다는 것은 에너지를 사용하여 없어지게 하는 것이 아니라 에너지를 한 형태에서 다른 형태로 전환하는 것이다. 예를 들어 밥을 먹고 노래를 부르며, 자전거를 타는 경우를 생각해 보자. 밥 속의 화학 에너지는 노래를 부를 때의 소리 에너지와 근육의 화학 에너지, 몸에서 발생하는 열에너지 등으로 전환된다. 또 자전거를 타고 가는 동안 근육의 화학 에너지는 자전거의 운동 에너지나 바퀴와 도로의 마찰에 의해 발생하는 열에너지 등으로 전환된다.

그림 Ⅵ-43 일상생활을 하는 동안 일어나는 에너지 전환

음식 속의 화학 에너지

소리 에너지

몸에서 발생하는 열에너지

다리 근육 속의 화학 에너지

마찰로 인한 열에너지

자전거의 운동 에너지

우리는 여러 가지 에너지 전환 장치들을 이용하여 생활에 유용한 에너지를 얻는다. 예를 들어 텔레비전에서는 전기 에너지가 빛에너지와 소리 에너지로 전환되고, 전등에서는 전기 에너지가 빛에너지로 전환된다. 그러나 이러한 에너지 전환 과정에는 열이나 소음처럼 원하지 않는 에너지로의 전환도 일어난다.

이렇게 우리가 이용하는 에너지는 새롭게 만들어지는 것이 아니라 이미 있던 에너지가 전환되는 것으로서, 이용한 후에도 없어지지 않고 다른 에너지로 전환된다.



한 형태의 에너지가 다른 형태의 에너지로 바뀌는 현상을 무엇이라고 하는가?



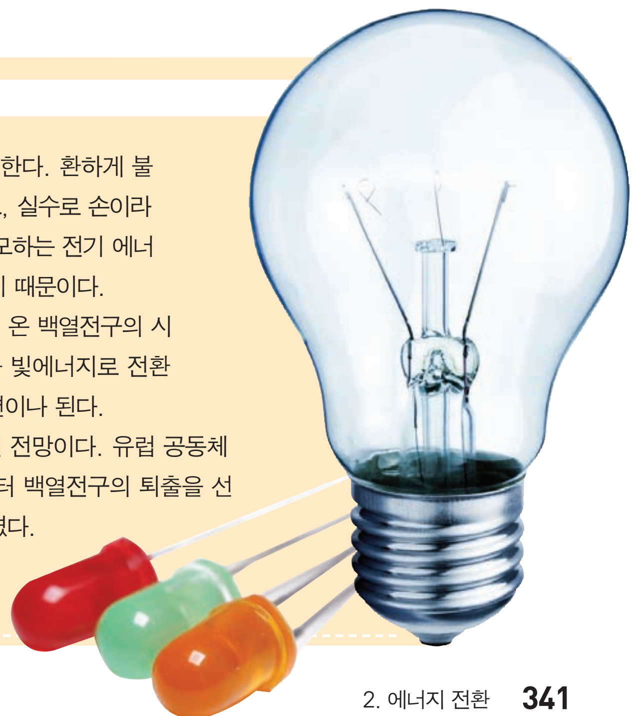
그림 Ⅵ-44 전기 기구의 에너지 전환

과학 자료실 백열전구야, 잘 가!

백열전구는 불빛의 색조도 따뜻하지만, 실제로도 열이 많이 발생한다. 환하게 불을 밝히고 있는 백열전구에 손을 가까이 하면 따뜻함을 느낄 수 있고, 실수로 손이라도 닿으면 손을 데일 수도 있다. 이렇게 백열전구가 뜨거운 것은 소모하는 전기 에너지의 약 5 %만 빛에너지로 전환되고, 나머지는 열에너지로 방출되기 때문이다.

그러나 LED 조명이 발명되면서 지난 100년간 인류의 밤을 밝혀 온 백열전구의 시대가 막을 내리고 있다. 현재 LED 조명은 전기 에너지의 40 %를 빛에너지로 전환할 수 있고, 이론적으로는 90 %까지도 가능하다. 또한 수명도 20년이나 된다.

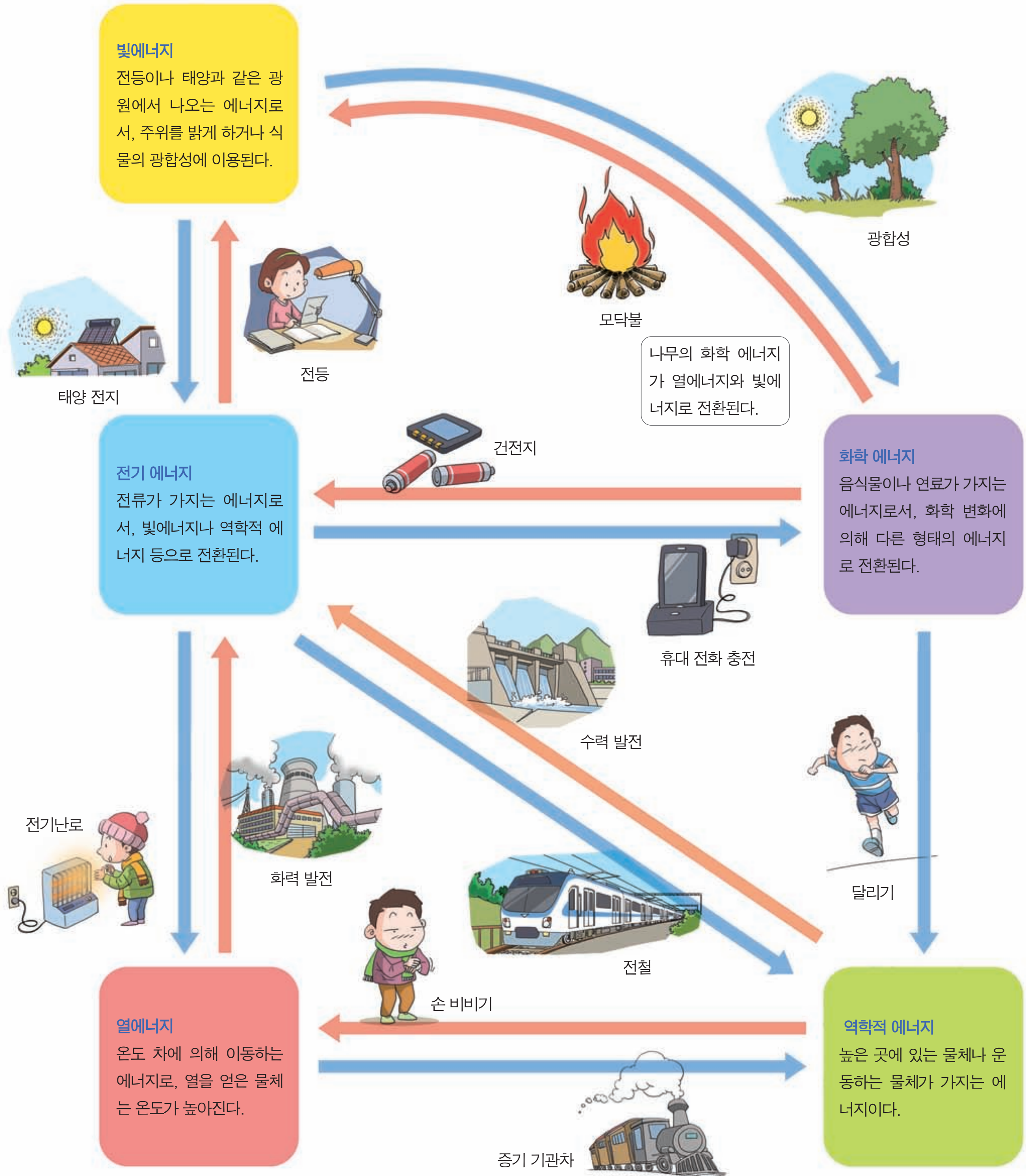
LED 조명이 대중화됨에 따라 전 세계적으로 백열전구가 퇴출될 전망이다. 유럽 공동체(EU)에서는 2012년부터, 오스트레일리아 정부에서는 2013년부터 백열전구의 퇴출을 선언하였다. 우리나라도 2013년부터 백열전구를 퇴출한다고 발표하였다.



우리 생활에서의 에너지 전환

지구 상에 존재하는 거의 대부분의 생물체는 태양으로부터 빛에너지와 열에너지를 흡수하여 살아간다. 이때 여러 가지 형태로 에너지 전환이 일어난다. 또한, 우리도 일상생활에서 다양한 에너지를 여러 가지 형태로 전환하여 사용한다.

그림 Ⅵ-45 우리 주변의 에너지 전환과 예



에너지 보존

에너지는 한 형태에서 다른 형태로 전환될 때 없어지거나 줄어드는 것일까?

자동차를 예로 들어 살펴보자. 연료를 연소시킬 때 발생하는 에너지를 100 % 라고 가정했을 때, 자동차의 각 부분에서 전환된 에너지를 대략적으로 나타내면 그림과 같다.

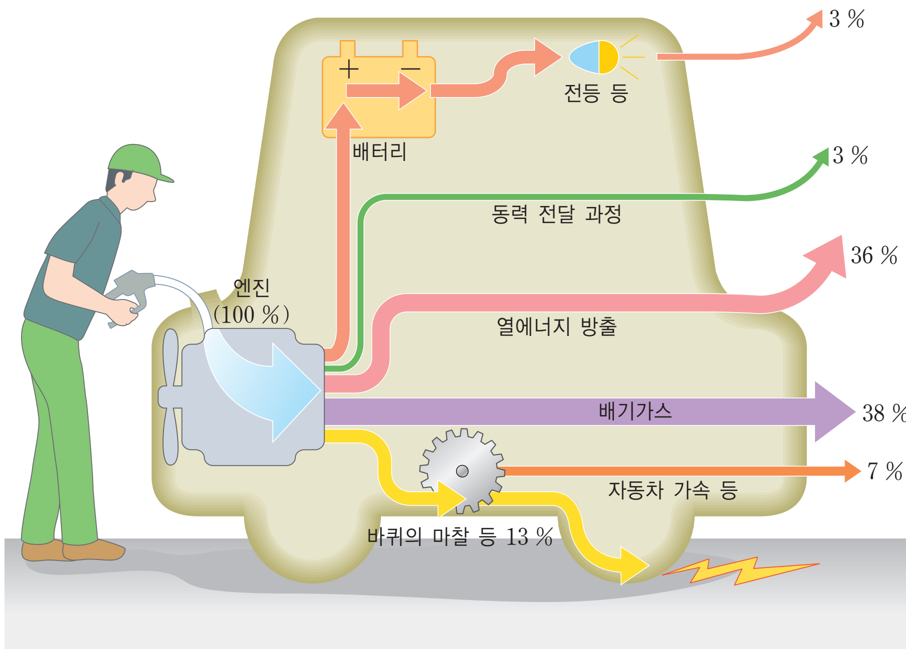


그림 Ⅵ-46 자동차의 에너지 보존

자동차에서 연료가 가진 화학 에너지의 대부분은 배기가스나 냉각수 등에 의해 열에너지로 전환된다. 하지만 자동차를 운행할 때 전환된 모든 에너지의 합은 원래의 화학 에너지와 같으므로 에너지는 보존된다.

자연에서 일어나는 모든 변화는 에너지가 전환되는 현상으로 볼 수 있다.

미끄럼틀을 타는 경우에도 어린이가 미끄럼틀을 타고 내려와 바닥에 멈추었을 때에는 위치 에너지와 운동 에너지가 모두 사라졌으므로 미끄럼틀을 타는 과정에서 에너지가 감소한 것처럼 생각할 수도 있다. 그러나 미끄럼틀을 타는 동안 미끄럼틀과 주위 공간으로 이동해 간 열에너지를 포함하면 전체 에너지는 일정하다.



그림 Ⅵ-47 미끄럼틀에서의 에너지 보존

> **스스로 해결하기**
> 에너지는 새롭게 생성되거나 소멸되지 않는 것을 (　　　)(이)라고 한다.

일반적으로 에너지는 한 형태에서 다른 형태로 전환될 수 있지만 그 양이 증가하거나 감소하지 않는다. 즉, 에너지는 생성되거나 소멸되지 않고 에너지의 총량은 일정한데 이것을 **에너지 보존 법칙**이라고 한다.

에너지가 보존되는데도 불구하고 에너지를 절약해야 하는 이유는 무엇일까?

그것은 한번 사용한 에너지는 다시 사용하기 어려운 에너지로 변하기 때문이다. 예를 들어, 자동차의 연료인 휘발유나 경유 등은 우리가 사용하기 쉬운 유용한 에너지원이다. 그런데 자동차를 운행할 때 소비하는 연료는 결국 우리가 사용할 수 없는 열에너지의 형태로 대기 중으로 퍼져 나간다.

석탄이나 석유 등 우리가 사용할 수 있는 유용한 에너지원은 한정되어 있다. 따라서 우리는 에너지를 절약하고 더욱 효율적으로 사용해야 하는 것이다.

에너지의 효율적인 사용의 예로는 하이브리드 자동차가 있다. 하이브리드 자동차는 감속할 때나 내리막길에서 운동할 때 버려지는 운동 에너지를 전기 에너지로 변환시켜 다시 사용하므로 일반 자동차보다 같은 양의 연료로 훨씬 먼 거리를 갈 수 있다. 따라서 하이브리드 자동차는 일반 자동차보다 효율이 훨씬 높다.

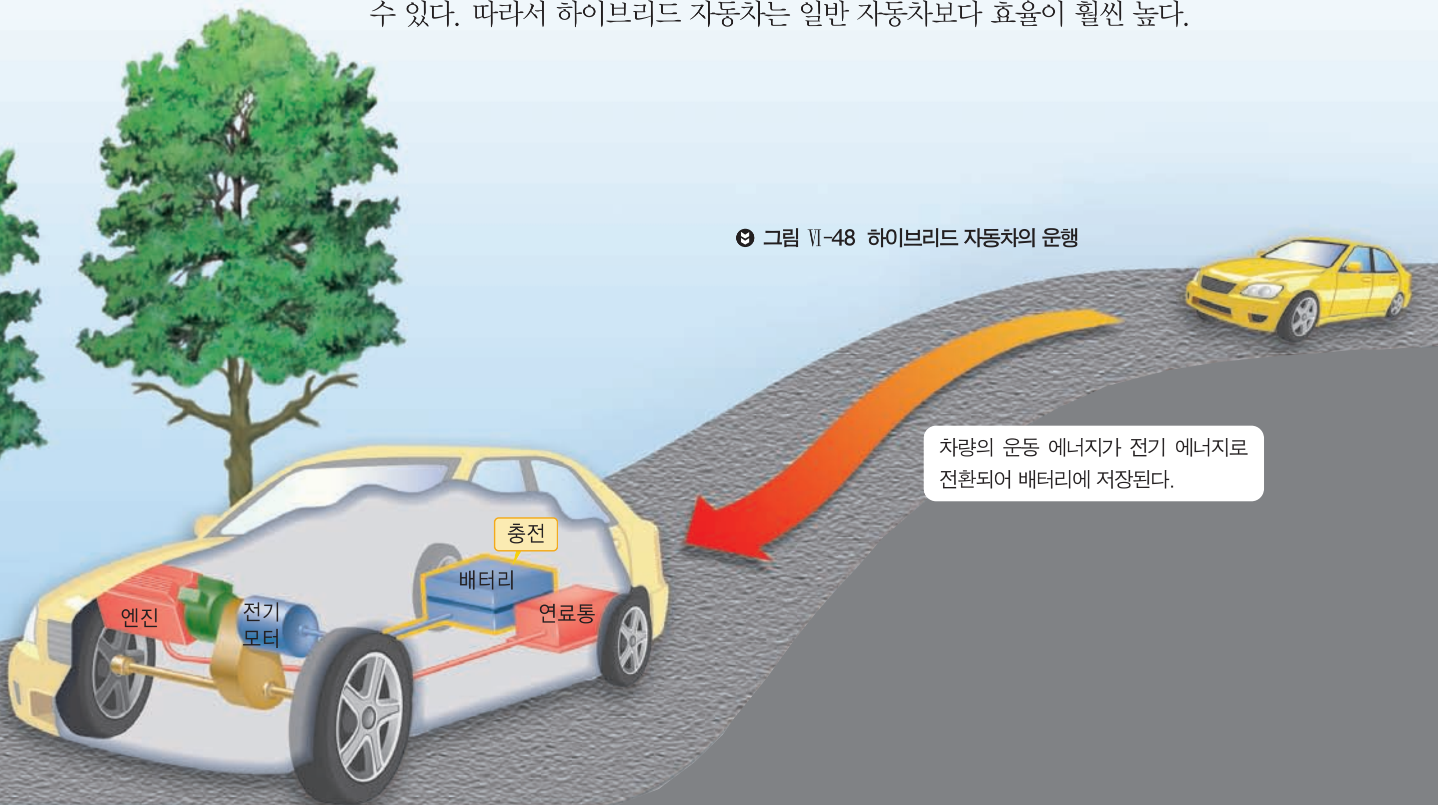


그림 Ⅵ-48 하이브리드 자동차의 운행

자기 주도 학습

개념 확인하기	생활 속 문제 해결하기	과학과 기술 연관 짓기
휴대 전화를 사용할 때의 에너지 전환 과정을 설명해 보자.	우리 주변에서 전기 에너지를 역학적 에너지로 전환시키는 전기 기구들을 조사해 보자.	전기 에너지나 화석 연료 대신 사람의 동력으로 움직이는 장치를 생각해 보자.

STEAM 융합

에너지 관리 공단

급속한 산업화에 따른 화석 연료의 무분별한 사용으로 온실기체가 증가함으로써 지구 온난화라는 환경 문제가 발생하였다. 이에 따라 전 세계적으로 온실기체를 줄이려고 노력하고 있다. 우리나라의 에너지 관리 공단도 에너지를 효율적으로 이용하고, 기후 변화 및 지구 온난화에 대비하여 온실기체를 줄이기 위한 여러 가지 활동을 펼치기 위해 설립되었다. 에너지 관리 공단에서는 건물의 에너지 절약 사업, 신 · 재생 에너지 기술의 개발과 보급, 기후 변화 협약에 대한 대책 수립, 에너지 절약 교육 등 에너지와 관련된 매우 다양한 사업을 시행하고 있다.



에너지 관리 공단 홈페이지 (http://www.kemco.or.kr)

특히 에너지 관리 공단 부설 신 · 재생 에너지 센터에서는 신 · 재생 에너지의 뜻과 원리 및 설치 사례 등을 자세히 소개하고 있어 미래의 에너지 자원에 대한 이해를 돕고 있다.

이 밖에도 에너지 관리 공단에서는 에너지와 관련된 다양한 통계와 유용한 정보를 제공하고 있으며, '에너지 교실'을 통해 풍부한 교육 자료를 탑재하여 학생들의 에너지 관련 학습에도 많은 도움을 주고 있다.

또한 "Save Energy, Save Earth"라는 뜻의 'SESE 나라' 프로그램을 통해 생활 속에서 에너지를 절약하기 위한 실천 방법을 안내하고 학생 및 일반 시민을 위한 녹색 에너지 체험관도 운영하고 있다.



SESE 나라 심벌

신 · 재생 에너지







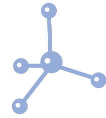




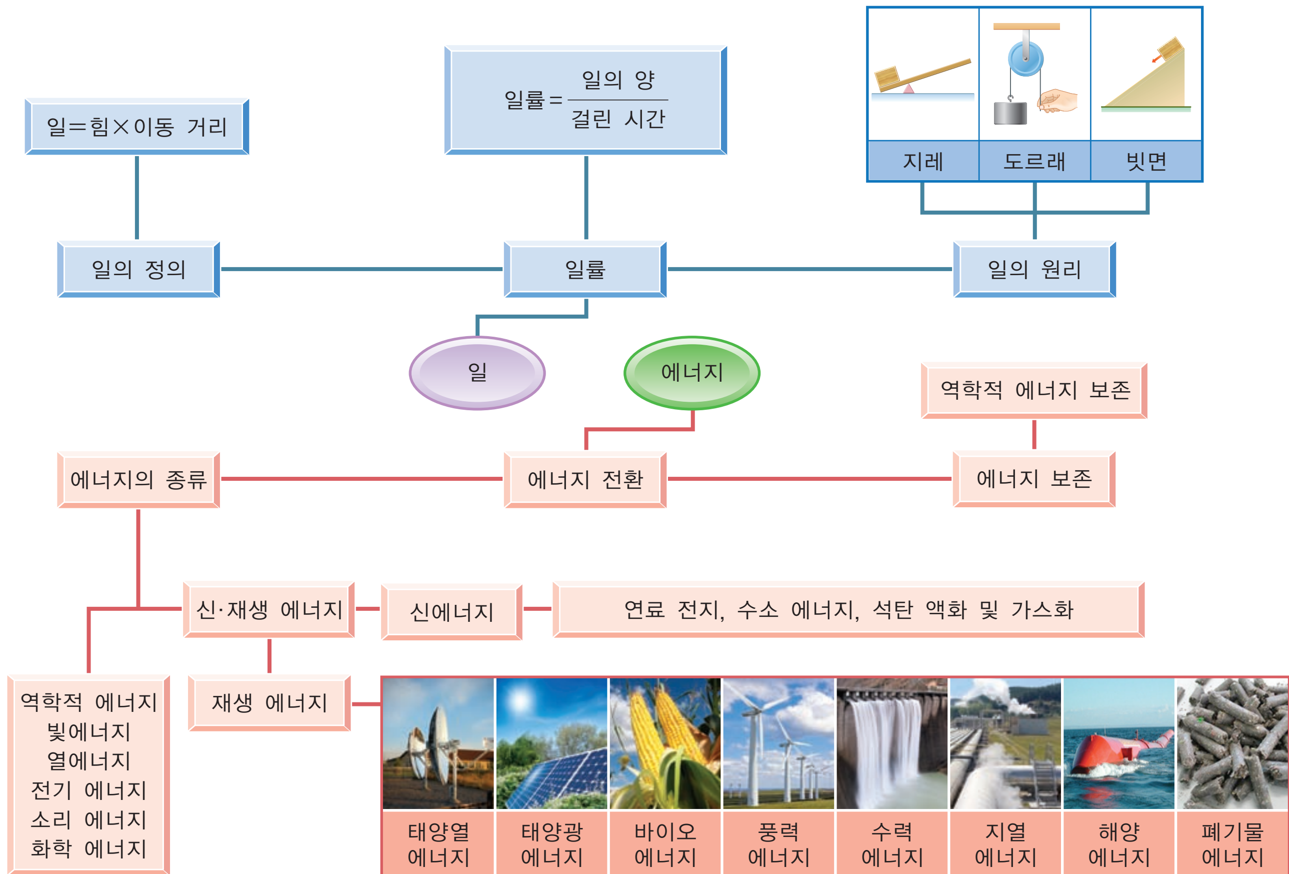


대단원 마무리

VI. 일과 에너지 전환


개념 정리하기



▨ 다음 설명과 가장 관련 있는 단어를 오른쪽 낱말 카드에서 찾아보자.

❶ (힘×힘의 방향으로 이동한 거리)로, 단위는 J(줄)을 사용한다.

❷ 단위 시간 동안에 한 일로서, 단위는 W(와트)를 사용한다.

❸ 도구를 사용하면 작은 힘으로 일을 할 수 있지만 일에는 이득이 없다.

❹ 연료 전지, 수소 에너지, 석탄 액화 및 가스화

❺ 태양열 · 태양광 · 바이오 · 풍력 · 수력 · 지열 · 해양 · 폐기물 에너지

❻ 에너지는 전환 과정에서 새롭게 생성되거나 소멸되지 않고 그 총량이 일정하게 보존된다.

❼ 마찰이나 공기 저항이 없을 때 운동 에너지와 위치 에너지의 합은 일정하게 보존된다.



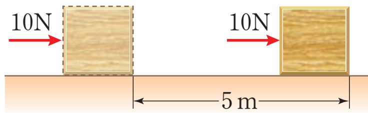
개념 적용하기



1 다음 <보기>에서 과학적으로 일을 한 경우를 있는 대로 고르시오.

보기
ㄱ. 가방을 들고 서 있다.
ㄴ. 바위를 밀고 있지만 바위는 움직이지 않는다.
ㄷ. 높은 곳에서 물이 떨어지고 있다.
ㄹ. 활시위를 당겼다가 놓았더니 화살이 날아간다.

2 그림과 같이 물체에 10 N의 힘을 계속 작용하여 물체가 힘의 방향으로 이동하고 있다.



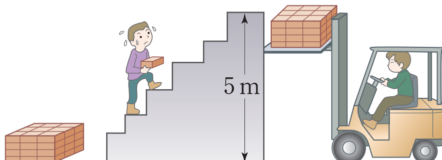
물체가 5 m만큼 이동하였을 때 힘이 한 일의 양은 몇 J인가?

① 5 J ② 10 J ③ 15 J
④ 25 J ⑤ 50 J

3 그림은 사람과 지게차가 각각 벽돌 100개를 높이 5 m인 곳에 옮기는 일을 하는 것을 나타낸 것이다.

사람이 벽돌을 모두 옮기는 데 600초 걸렸다.

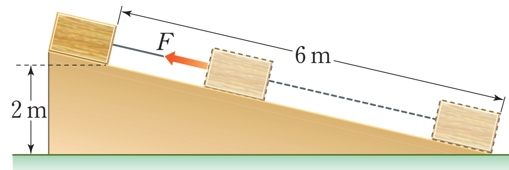
지게차가 벽돌을 모두 옮기는 데 10초 걸렸다.



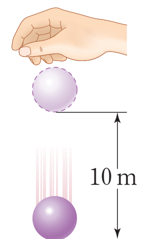
지게차의 일률은 사람의 몇 배인가?

4 도구를 사용하여 일을 하더라도 도구를 사용하지 않고 일을 할 때와 비교하여 힘이 한 일의 양은 같다. 그럼에도 우리가 도구를 사용하는 이유는 무엇인지 쓰시오.

5 빗면을 이용하여 물체를 2 m 높이에 옮기려고 한다. 빗면의 길이가 6 m라고 할 때 물체에 작용해야 하는 힘의 크기는 물체 무게의 몇 배인가? (단, 빗면의 마찰은 무시한다.)



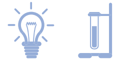
6 그림과 같이 무게가 1 N인 공이 정지 상태에서 낙하하였다.



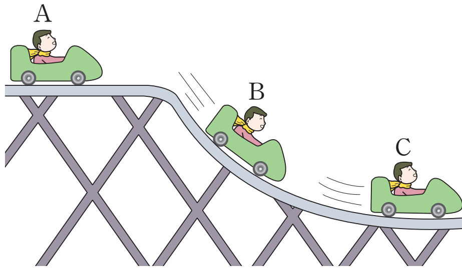
(1) 처음 10 m의 거리를 낙하했을 때 공의 운동 에너지는 몇 J인가? (단, 공기 저항은 무시한다.)

(2) 공이 바닥에 닿는 순간의 운동 에너지가 15 J이었다면 물체의 처음 높이는?

개념 적용하기



7 그림은 A지점에 있던 롤러코스터가 B지점을 거쳐 바닥 C지점에 도달하는 것을 나타낸 것이다. (단, B지점의 높이는 A와 C의 중간이고, 마찰과 공기 저항은 무시한다.)



(1) B지점에서 운동 에너지는 C지점의 몇 배인가?

(2) C지점에서 속력이 현재의 2배가 되려면 A지점의 높이는 몇 배가 되어야 하는가?

8 다음 중 에너지 전환의 관계를 연결한 내용으로 옳지 않은 것은?

① 형광등: 전기 에너지 → 빛에너지
② 전동기: 전기 에너지 → 운동 에너지
③ 라디오: 전기 에너지 → 소리 에너지
④ 가스레인지: 열에너지 → 화학 에너지
⑤ 미끄럼틀: 위치 에너지 → 운동 에너지

9 우리가 텔레비전을 볼 때 전기 에너지는 여러 가지 형태의 에너지로 전환된다. 이 과정에서 나타나는 에너지를 〈보기〉에서 있는 대로 고르시오.

보기

ㄱ. 빛에너지 ㄴ. 열에너지
ㄷ. 화학 에너지 ㄹ. 소리 에너지

10 다음은 여러 가지 발전 방식을 나타낸 것이다.


(가)


(나)


(다)


(라)

사용된 에너지원을 재활용할 수 있는 발전 방식을 있는 대로 고르시오.

11 다음은 어떤 신·재생 에너지를 이용한 발전의 특징을 나타낸 것이다.

• 태양 전지를 이용한다.
• 구름이 끼거나 비가 오면 발전이 불가능하다.

이와 같은 발전을 무엇이라고 하는지 쓰시오.

12 에너지의 총량은 보존되는데도 우리가 에너지를 절약해야 하는 이유는 무엇인지 설명하시오.

개념 응용하기

탐구력 기르기

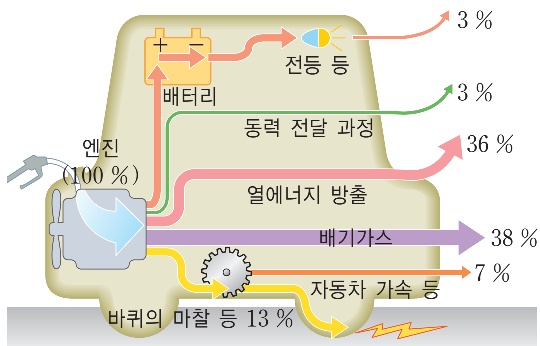
1) 나사는 빗면의 원리를 이용한 도구이다. 나사에 빗면의 원리가 어떻게 이용되는지 서술하시오.

탐구력 기르기

2) 질량 0.1 kg인 공을 2 m 높이에서 가만히 놓았더니, 바닥에 충돌한 후 1.5 m 높이까지 튀어 올랐다. 공이 바닥에 충돌할 때 잃어버린 역학적 에너지를 구하고, 그 과정을 서술하시오 (단, 공기의 저항은 무시한다.).

분석력 키우기

3) 그림은 자동차의 연료가 가진 에너지를 100 %라고 했을 때 자동차의 각 부분에서 에너지가 전환되는 비율을 나타낸 것이다.



그림을 참고로 하여 자동차의 에너지 효율을 높이기 위한 방법을 서술하시오.

창의 · 인성 키우기

4) 수력 발전이나 화력 발전에서 에너지의 근원은 태양 에너지이다. 그 이유를 서술하시오.

과학 글쓰기

5) 화석 연료의 문제점을 해결하기 위해 세계 각국에서는 신 · 재생 에너지의 개발과 이용에 많은 노력을 기울이고 있다.

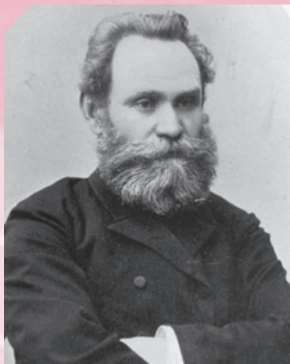
신 · 재생 에너지의 장단점을 고려하여 우리나라에서는 어떤 종류의 신 · 재생 에너지가 더 유리할지 자신의 생각을 쓰시오.

창의 · 인성 키우기

6) 신 · 재생 에너지가 실용화되면 가정에서 에너지를 사용하는 형태에도 많은 변화가 일어날 것이다. 신 · 재생 에너지를 사용한 미래의 주택을 상상하여 그려 보시오.



파블로프 (Pavlov, I. P. ; 1849~1936)



러시아 출신의 파블로프는 1902년에 침이 입 밖으로 나오도록 수술한 개로 침샘을 연구하다가 사육사의 발소리를 듣고 개가 침을 흘리는 현상을 보게 되었다. 그는 이를 계기로 조건 반사의 원리를 발견하였으며, 이에 대한 체계적인 연구를 진행하여 대뇌 생리학 분야를 개척하였다. 파블로프는 대뇌 겉질에 새로운 회로가 만들어짐으로써 조건 반사가 형성된다고 생각하였다. 대표적인 실험으로는 '파블로프의 개'가 있으며, 1904년에 노벨 생리 · 의학상을 수상하였다.



Ⅶ 자극과 반응

❖ 이 단원에서는

KTX의 속도보다 더 빠른 셔틀콕!

시합이 시작되면 배드민턴 선수들은 상대 선수들의 움직임을 보면서 끊임없이 움직인다. 그리고 총알같이 빠른 속도의 셔틀콕을 감각적으로 느끼고 뛰어난 순발력으로 받아 넘긴다. 어떻게 이런 일이 가능할까?

이 단원에서는 감각 기관이 자극을 받아들여 신경계를 통해 전달되는 과정에 대해 알아보자. 또 신경과 호르몬을 통한 자극의 반응 과정을 이해하고, 몸의 항상성 유지에 대하여 알아보자.

1

» 중단원 미리 보기

감각 기관

1-1 눈 | 1-2 귀 | 1-3 그 밖의 감각 기관

눈

빛이 없는 캄캄한 곳에서는 물체가 잘 보이지 않고, 갑자기 밝은 곳으로 나오면 눈이 부셔 잘 보이지 않는다. 눈은 빛의 자극을 어떻게 받아들이는 것일까?





귀

수영을 하다가 귀에 물이 들어가거나 사고로 고막을 다치면 소리가 잘 들리지 않는다. 또 귀에 이상이 생기면 몸의 중심을 잘 잡지 못하기도 한다. 이런 일은 왜 일어나는 것일까?



보기만 해도 시원한 은반 위에서의 스케이팅. 음악이 흘러나오면 선수들은 마치 날개를 단 듯 역동적이면서 화려한 회전 동작을 선보인다. 관중의 마음을 빼앗는 아름다운 동작과 섬세한 움직임이 시각적 즐거움을 주는 동시에 무대에 흐르는 아름다운 음악을 통해 청각적 즐거움까지 준다.

사람은 몸의 어느 부분을 통해 자극을 받아들일까?





혀

맛있는 음식을 먹을 때 혀에 감긴다거나 혀에 달라붙는다는 표현을 한다. 사탕은 입에 물고 있는 것보다 깨물어 먹거나 빨아 먹으면 더 달게 느껴진다. 혀는 어떻게 맛을 수용하는 것일까?



코

빵집을 지나가다 보면 구수한 빵 냄새가 코를 자극한다. 냄새를 맡을 수 있는 것은 코가 어떤 자극을 받아들이기 때문일까?



피부

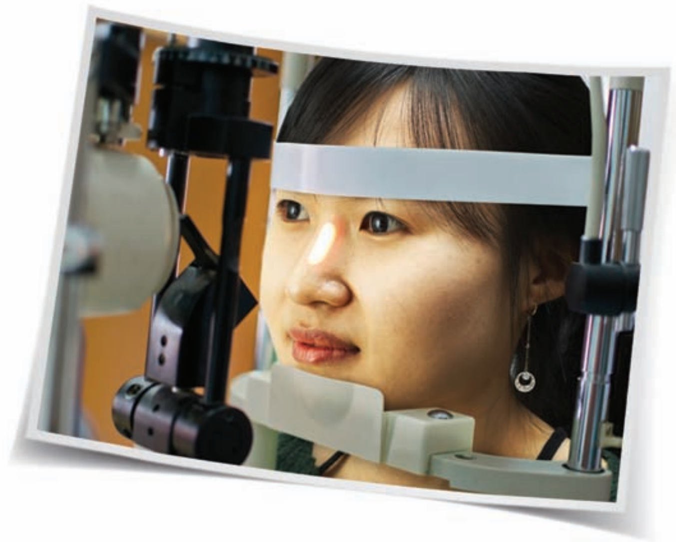
서로 손을 맞대고 있으면 따뜻한 기운이 전해진다. 또 눈을 감고 손으로 물건을 만져 보아도 어떤 물건인지 짐작할 수 있다. 이것은 어떤 감각을 이용하는 것일까?

1-1 눈



학습 목표

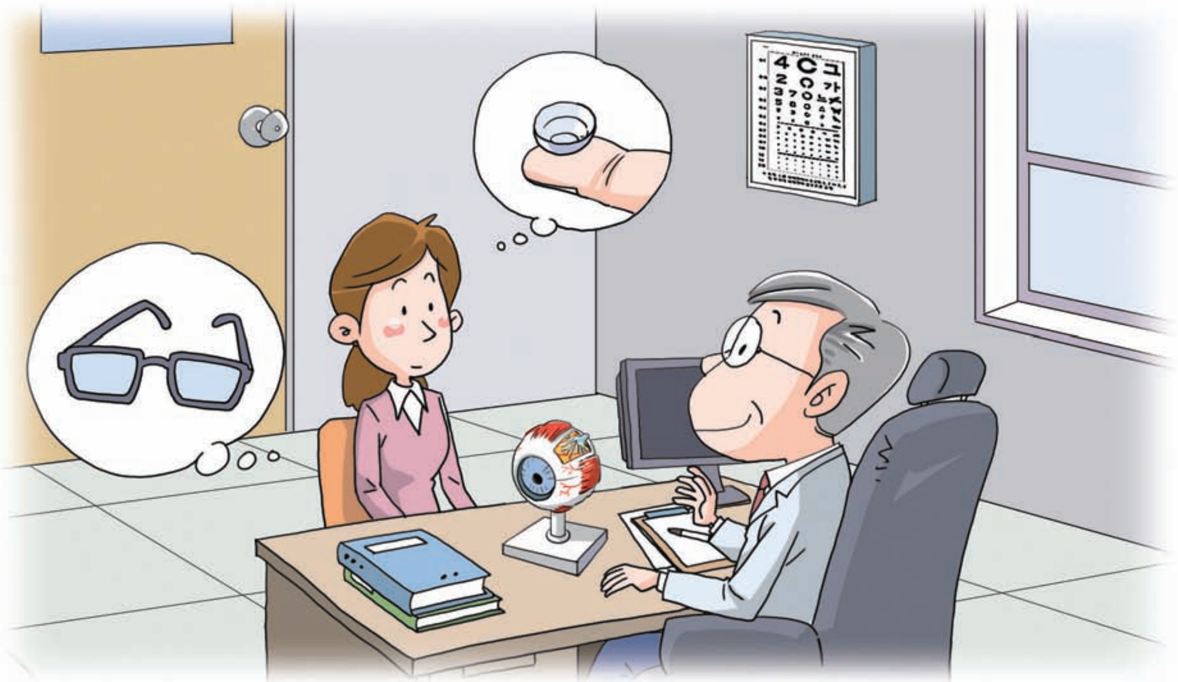
- 눈의 생김새와 눈의 각 부분이 하는 일을 말할 수 있다.
- 눈에서 빛의 밝기와 원근을 조절하는 원리를 설명할 수 있다.



대학생이 된 언니는 눈이 작다고 놀림 받는 것이 싫어 컬러 렌즈를 끼기 시작하였다. 언니는 컬러 렌즈를 낀 눈을 동그랗게 뜨며 “내 눈 어때? 눈동자도 크고 또렷해 보이지 않아?”라며 자랑을 하곤 하였다.

그런데 언제부터인가 언니는 눈이 따끔거리고 충혈도 자주 일어났다. 언니는 눈이 너무 아파서 병원을 방문하였다. 의사 선생님은 “이런, 시력이 많이 떨어졌네요. 컬러 렌즈를 잘못 사용하면 눈이 건조해지고 시력이 나빠져요. 당분간 안경을 쓰도록 하세요.”라고 하시며 컬러 렌즈를 사용할 때 유의해야 할 점에 대하여 이야기해 주셨다.

사람의 시력은 눈의 어느 부분과 관련이 있으며, 눈은 어떤 구조로 되어 있을까?



눈의 구조와 시각의 전달 경로

우리는 눈을 통해 세상의 다양한 모습을 본다. 화려한 색깔의 꽃이나 거대한 크기의 건축물을 볼 수 있는 것도 눈이 있기 때문이다. 사람의 눈은 빛을 받아들이는 **감각 기관**으로서, 눈을 통해 빛 자극을 받아들이는 감각을 **시각**이라고 한다. 세상을 보여 주는 통로인 눈은 어떤 모양을 하고 있을까?

사람의 눈을 앞에서 보면 동공과 홍채, 각막, 공막이 보이지만, 눈은 그 밖에 맥락막, 망막, 수정체, 섬모체, 유리체 등으로 이루어져 있다.

감각 기관
눈, 귀, 코, 혀, 피부와 같이 동물의 몸에서 주변의 자극을 받아들여 뇌로 전달하는 기관이다.

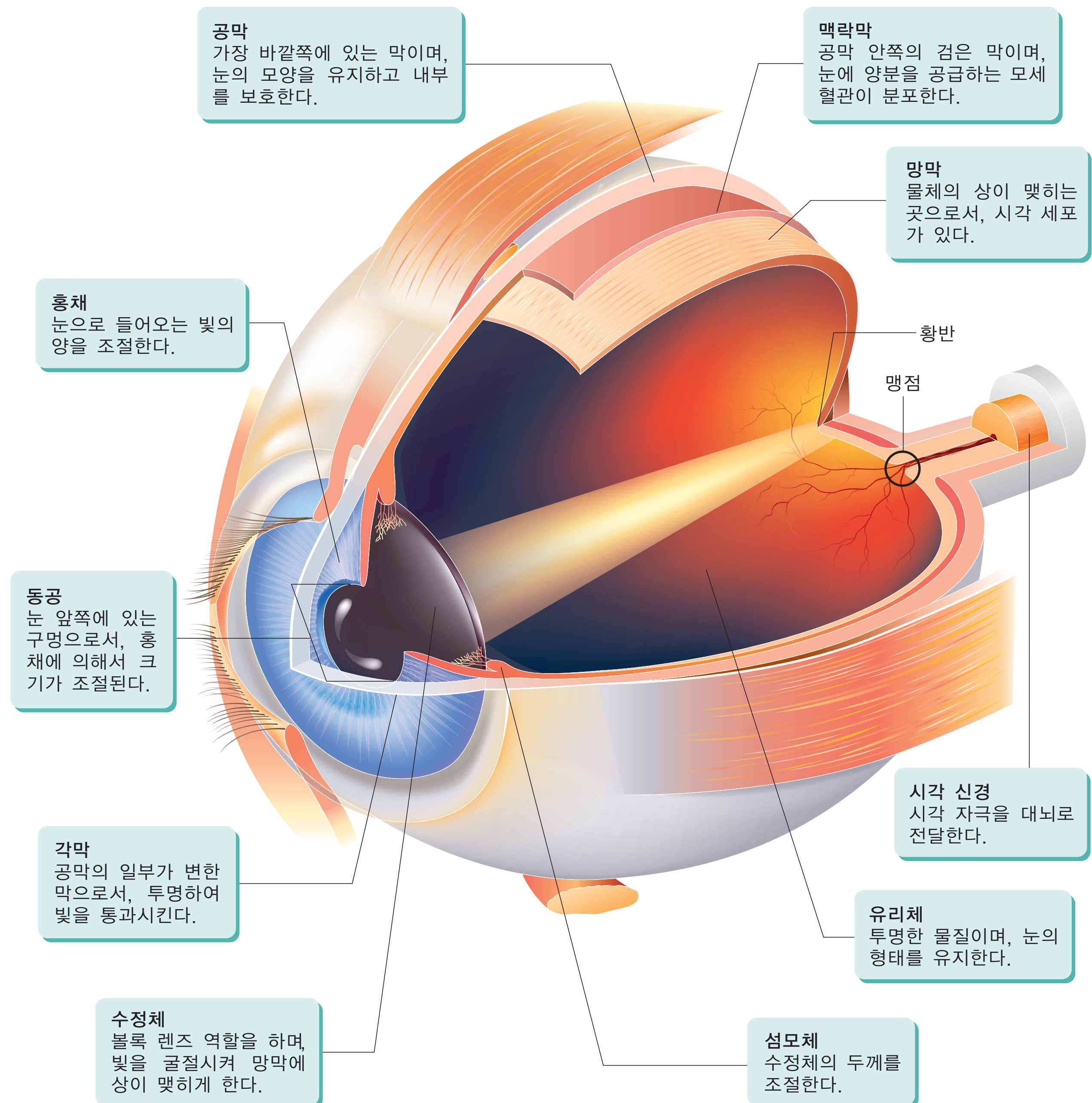


그림 Ⅶ-1 눈의 구조

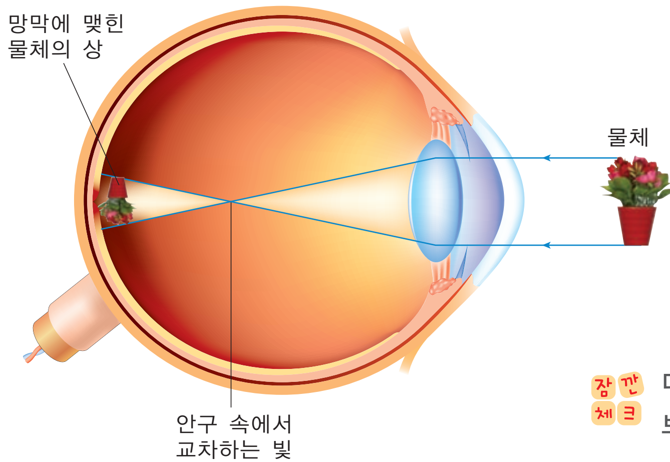


그림 Ⅶ-2 망막_ 망막에는 상이 거꾸로 맺힌다.

우리는 눈을 통해 어떻게 물체를 보는 것일까?

각막을 통과한 빛이 수정체에서 굴절되면 망막에 상이 거꾸로 맺히게 된다. 이때 망막에 있는 시각 세포가 빛을 자극으로 받아들이고, 이 자극은 시각 신경을 통해 대뇌로 전달된다. 대뇌는 정보를 통합하여 물체를 똑바로 인식한다.

잠깐 체크 대뇌에서 시각이 성립되기 위해 자극이 전달되는 경로를 나열해 보자.



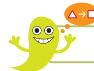
탐구 활동 소눈 해부

목·표

소눈을 해부하여 눈의 구조를 설명할 수 있다.

준·비·물

소눈, 해부 접시, 해부용 칼, 해부용 가위, 핀셋, 실험용 장갑, 신문지



과정

❶ 소눈의 양 옆을 손으로 눌러서 볼록하게 한 다음, 겉모양을 관찰한다.

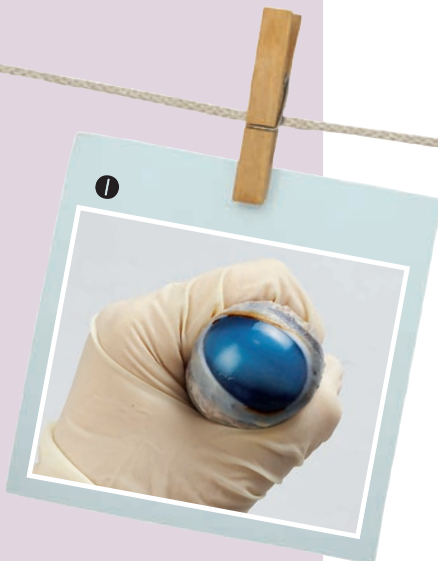
❷ 공막과 각막이 만나는 지점을 찾아 칼집을 낸 후 가위를 이용하여 잘라 낸다.

❸ 반으로 자른 소눈을 홍채가 찢어지지 않도록 핀셋을 이용하여 홍채를 조심스럽게 들어 낸다.

❹ 핀셋을 이용하여 조심스럽게 수정체를 분리하고, 유리체를 완전히 제거한다.

❺ 수정체를 글자 위에 올려놓고 어떻게 보이는지 관찰한다.

❻ 소눈의 안팎을 뒤집어 망막, 맥락막, 맹점을 관찰한다.



❶



❷

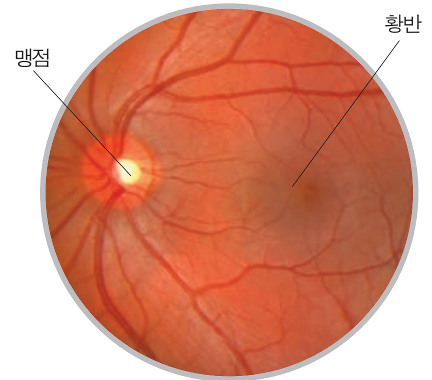


❸

망막 가운데에는 상이 가장 뚜렷하게 맺히는 부분이 있다. 이 부분을 **황반**이라고 한다. 한편, 망막에서 시각 신경이 모여 나가는 부분에는 시각 세포가 없어 상이 맺혀도 보이지 않게 되는데, 이 부분을 **맹점**이라고 한다.

눈은 물체에 대한 정확한 정보를 얻기 위하여 정교한 구조로 발달되어 있다. 소눈을 관찰하여 눈의 구조에 대하여 알아보자.

잠깐 체크 망막에서 시각 세포가 없는 부분과 상이 가장 뚜렷하게 맺히는 부분은 각각 어디인가?



❸ 그림 Ⅶ-3 황반과 맹점

관찰(동영상)

결과

1 소눈을 정면으로 봤을 때 무엇이 보이는가?

2 소눈 안쪽이 어두운 색을 띠는 이유는 무엇인가?

3 수정체를 통해 글자를 보면 어떻게 보이는가?

해석 창의 · 인성

1 눈에서 홍채와 수정체는 어떤 일을 하는지 설명해 보자.

2 만일 맥락막이 투명하다면 어떤 문제가 생길지 토의해 보자.

유·의·점

1. 가급적 냉동되지 않은 소눈을 이용한다.
2. 각막 주위를 절개할 때 수정체가 손상되지 않도록 주의한다.
3. 실험에 사용한 소눈은 냉동 보관 후 폐기물 처리 절차에 따라 폐기한다.
4. 실험에 사용하는 소눈을 가지고 장난을 치지 않으며, 생명을 존중하는 태도로 실험한다.
5. 해부용 칼과 해부용 가위를 사용할 때에는 안전 사고에 특히 유의한다.





그림 Ⅶ-4 **홍채 인식 장치**_ 사람마다 홍채의 색이나 무늬가 다르기 때문에 이를 인식하여 누구인지 식별할 수 있다.

눈의 조절

서양인과 동양인의 눈 색깔이 서로 다른 이유는 무엇일까? 각막과 수정체 사이에는 멜라닌 색소가 있는 **홍채**가 있다. 홍채에 멜라닌 색소가 적으면 눈은 파란색으로 보이고, 멜라닌 색소가 많으면 검은색이나 갈색으로 보인다. 따라서 홍채에 있는 멜라닌 색소의 양과 분포에 따라 눈동자의 색깔이 결정된다. 홍채의 색과 무늬는 사람마다 다르기 때문에 지문처럼 개인 식별에 이용되기도 한다.

카메라를 이용하여 사진을 찍을 때에는 빛의 양을 조절하는 일이 중요하다. 마찬가지로 우리가 물체를 인식하기 위해서도 적당한 양의 빛이 필요하다. 사진을 찍을 때에는 주변의 밝기에 따라 조리개를 열거나 조여 줌으로써 빛의 양을 조절한다. 사람의 눈에도 사진기의 조리개와 같은 역할을 하는 부분이 있을까?

우리가 물체를 볼 때 주변이 어두운 곳에서는 눈으로 많은 빛이 들어오게 하기 위해 홍채의 면적이 줄어 동공이 커진다. 반대로 주변이 밝은 곳에서는 눈으로 들어오는 빛의 양을 줄이기 위해 홍채의 면적이 늘어나 동공이 작아진다. 이처럼 홍채는 사진기의 조리개와 같이 빛의 양을 조절하는 역할을 한다.

주변이 밝은 곳

홍채의 면적이 늘어나 동공이 작아진다.

주변이 어두운 곳

홍채의 면적이 줄어 동공이 커진다.

그림 Ⅶ-5 **눈의 명암 조절**

돋보기를 이용하여 물체를 볼 때에는 초점을 맞추기 위해 돋보기를 앞뒤로 움직인다. 사람의 눈도 같은 방법으로 초점을 맞추는 것일까?

눈의 초점 조절 과정은 눈과 물체 사이의 거리에 따라 **수정체**의 두께가 달라지면서 조절된다. 만약 수정체의 두께가 일정하다면 가까운 물체를 볼 때에는 상이 망막 뒤쪽에 맺히고, 멀리 있는 물체를 볼 때에는 상이 망막 앞쪽에 맺히게 된다. 그러나 사람의 수정체는 앞뒤로 움직일 수 없다. 따라서 물체와 눈 사이의 거리가 달라지면 수정체의 두께를 조절함으로써 뚜렷한 상을 얻을 수 있다.

수정체에는 **섬모체**가 연결되어 있다. 섬모체는 수정체의 두께를 변화시켜 원근 조절을 한다. 예를 들어 멀리 있는 물체를 볼 때에는 섬모체가 이완되어 수정체의 두께가 얇아진다. 반면에, 가까이 있는 물체를 볼 때에는 섬모체가 수축되어 수정체의 두께가 두꺼워지므로 망막에 상이 뚜렷하게 맺힌다.



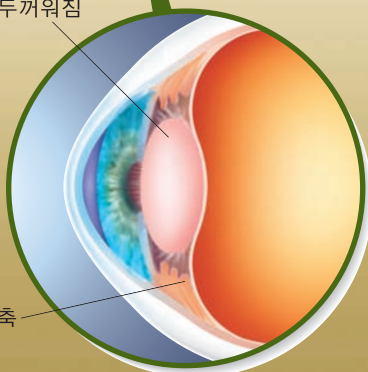
더 자세히

수정체와 섬모체 사이에는 진대라는 부분이 있어 섬모체와 함께 수정체의 두께를 조절해 준다.

- 멀리 있는 물체를 볼 때에는 섬모체가 이완되고, 진대가 당겨져서 수정체의 두께가 얇아진다.
- 가까이 있는 물체를 볼 때에는 섬모체가 수축하고, 진대가 느슨해져서 수정체의 두께가 두꺼워진다.

잠깐 체크 수정체의 두께가 두꺼울 때와 얇을 때 상이 맺히는 위치는 각각 어떻게 변하는가?







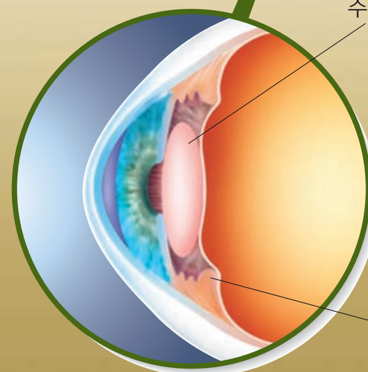
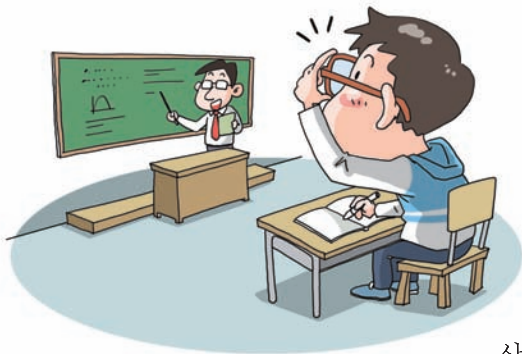


그림 Ⅶ-6 눈의 원근 조절



시력 교정

주변을 둘러보면 안경을 쓴 사람들을 많이 볼 수 있다. 친구들 중에는 가까운 곳에 있는 물체는 뚜렷하게 보이지만 멀리 있는 물체는 뚜렷하게 보이지 않는 경우가 있다. 이러한 눈의 이상을 **근시**라고 한다. 근시는 수정체와 망막 사이의 거리가 정상인보다 멀거나 수정체가 두꺼워 상이 망막 앞쪽에 맺히는 증상이다. 이러한 근시는 오목 렌즈로 교정한다.

또한 멀리 있는 물체는 뚜렷하게 보이지만 가까이 있는 물체는 뚜렷하게 보이지 않는 경우도 있다. 이러한 눈의 이상을 **원시**라고 한다. 원시는 수정체와 망막 사이의 거리가 짧거나 수정체가 얇아 상이 망막 뒤쪽에 맺히는 증상이다. 이러한 원시는 볼록 렌즈로 교정한다.

난시
각막이나 수정체의 표면이 고르지 않아 물체의 상이 여러 겹으로 보이거나 찌그러져 보이는 눈의 이상이다.

노안
나이가 들수록 수정체의 탄력이 약해져서 가까운 곳의 물체를 볼 때 수정체가 두꺼워지지 않는 눈의 이상이다. 노안도 볼록 렌즈로 교정한다.

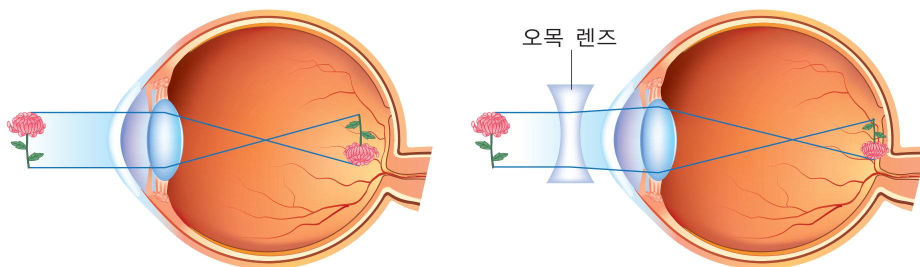


그림 Ⅶ-7 **근시**_ 오목 렌즈로 교정한다.

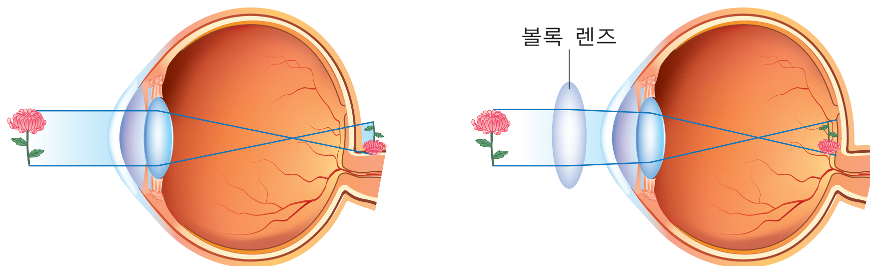


그림 Ⅶ-8 **원시**_ 볼록 렌즈로 교정한다.

과학 자료실 왜 눈에는 김이 서리지 않을까?

안경 렌즈는 유리나 플라스틱으로 만들어 표면이 건조하다. 수증기는 건조한 안경 렌즈에 쉽게 달라붙는다. 이때 안경 렌즈의 온도가 수증기보다 낮기 때문에 수증기는 안경 렌즈에 달라붙으면서 물방울로 변한다. 반면에, 각막은 촉촉한 눈물로 덮여 있어 외부 온도와 상관없이 항상 일정한 온도와 습도를 유지한다. 이런 이유로 수증기가 눈의 각막과 접촉해도 물방울이 맺히지 않아 각막에는 김이 서리지 않는다.



두 눈이 필요한 이유

사람은 두 개의 눈을 가지고 있지만 물체가 두 개로 보이는 것은 아니다. 한쪽 눈을 감아도 물체의 크기나 모양, 색깔을 구분할 수 있다.

두 눈이 필요한 이유는 무엇일까?

사람의 눈은 약간의 간격을 두고 서로 떨어져 있다. 따라서 물체를 볼 때 양쪽 눈은 미세하지만 다른 각도로 물체를 보게 되며, 두 눈에서 본 모양이 대뇌에서 통합되어 물체의 입체적인 모양과 거리를 판단할 수 있다. 그러므로 한쪽 눈을 감으면 양쪽 눈과 물체 사이의 각도를 정확하게 알 수 없다. 따라서 물체를 입체적으로 보거나 물체와의 거리를 알기 위해서는 두 눈으로 보아야 한다.

일상생활에서 맹점의 존재를 느끼지 못하는 이유도 두 눈이 있기 때문이다. 맹점이 있어도 평소에는 큰 불편함을 느끼지 않는다. 왜냐하면 양쪽 눈의 맹점 위치가 서로 다르기 때문에 두 눈이 서로의 맹점을 보완해 주기 때문이다.



그림 Ⅶ-9 연필 맞추기_ 한쪽 눈을 감은 상태에서는 두 눈을 떴을 때보다 연필 끝을 맞추기가 어렵다.

입체 영화

영화관에서 상영하는 입체 영화도 두 눈을 모방한 것이다. 최근에는 오른쪽 영상과 왼쪽 영상을 두 개의 렌즈로 동시에 촬영하는 카메라가 개발되어 사용되고 있다. 촬영한 영상을 동시 투사기로 스크린에 비추게 되면 입체적인 영상이 만들어진다.

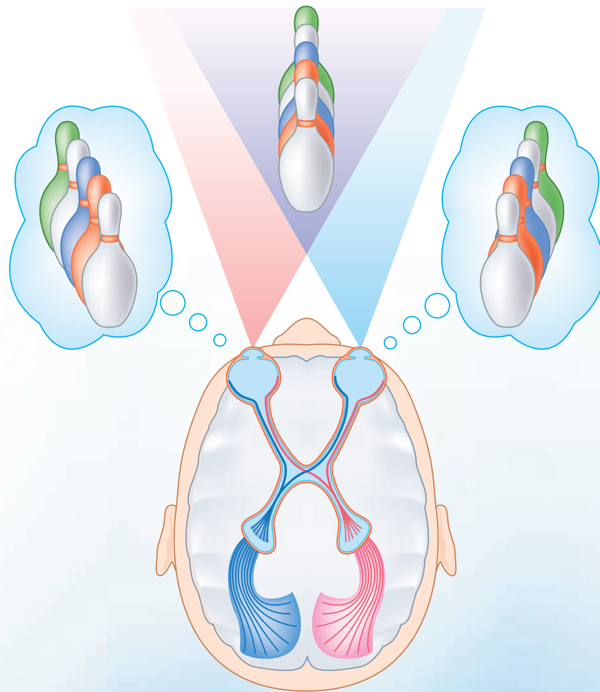


그림 Ⅶ-11 두 눈의 필요성



그림 Ⅶ-10 3D 카메라_ 입체 영화를 촬영할 때 사용된다.

자기 주도 학습

개념 확인하기

❶ 먼 곳을 볼 때 섬모체와 수정체는 어떻게 변하는가?

❷ 근시가 되는 이유는 무엇인가?

과학과 의학 연관 짓기

수정체가 혼탁해지면서 시력이 떨어지고 물체가 뿌옇게 보이는 백내장 환자의 경우 눈에 인공 수정체를 삽입하기도 한다. 인공 수정체가 초점을 조절하는 방법에 대하여 조사해 보자.

1-2 귀



학습 목표

- 청각의 전달 경로에 대하여 말할 수 있다.
- 몸의 평형을 유지하는 기관을 말할 수 있다.



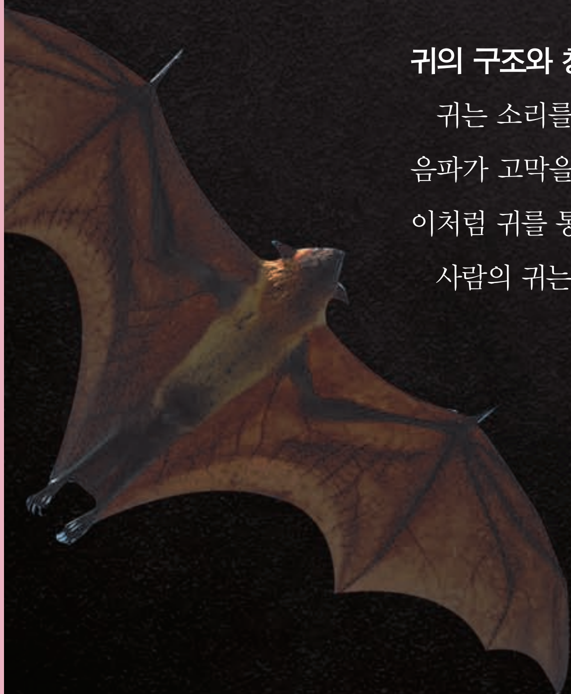
박쥐는 사람에게는 없는 비상한 능력을 가지고 있다.

박쥐들은 캄캄한 동굴에 살면서도 서로 부딪히지 않는다.

박쥐는 어떻게 어두운 동굴 속에서 살아갈까?

비밀은 바로 청각에 있다. 박쥐는 성대를 빨리 움직여 초음파를 발생시킨다. 박쥐의 입에서 나간 초음파는 주변 물체에 부딪힌 후 다시 박쥐의 귀로 전달된다. 따라서 박쥐는 눈으로 물체를 보는 것이 아니라 반사되어 오는 소리를 듣고 물체의 크기와 위치, 방향을 파악하는 것이다. 박쥐의 소리 정보는 거미줄까지 식별할 정도로 정확하다. 또한 박쥐는 예민한 청각을 이용하여 떨어진 거리를 알아내어 벽에 부딪힐 것 같으면 순간적으로 자세를 바꾼다.

박쥐와 사람은 모두 귀를 가지고 있다. 박쥐의 귀처럼 사람의 귀도 많은 기능을 담당할 수 있을까? 사람의 귀는 어떤 구조로 되어 있을까?



귀의 구조와 청각

귀는 소리를 받아들이는 감각 기관이다. 물체가 진동하면 음파가 발생한다. 이 음파가 고막을 진동시키고 안으로 전달되기 때문에 우리는 소리를 들을 수 있다. 이처럼 귀를 통해 소리 자극을 받아들이는 감각을 **청각**이라고 한다.

사람의 귀는 어떻게 생겼으며, 소리는 귀 안에서 어떻게 전달될까?

귀를 겉에서 보면 귓바퀴와 귓구멍만 보이지만 안쪽에는 고막, 귓속뼈, 달팽이관, 반고리관, 전정 기관 등으로 이루어져 있다.

주위에서 오는 소리는 귓바퀴에서 모아진 다음, 외이도를 지나 고막을 진동시킨다. 고막은 두께가 0.1 mm 정도의 얇은 막이며, 탄력이 뛰어나서 공기의 미세한 진동까지 감지할 수 있다.

고막의 진동은 귓속뼈로 전달된다. 고막과 연결되어 있는 귓속뼈는 오디오의 증폭기와 같아서 작은 세 개의 뼈를 차례대로 지나면서 진동이 더욱 증폭되어 달팽이관으로 전달된다.

달팽이관에는 청각 세포가 있어 소리의 진동을 받아들인다. 청각 세포가 받아들인 진동은 청각 신경을 통해 대뇌로 전달되면서 소리를 듣게 된다.

노화나 질병 등의 이유로 청각 세포가 감소하거나 손상되면 청력이 약해지거나 높은 소리를 잘 들을 수 없다.

스스로 해결하기

소리 → 귓바퀴 → 외이도 → 고막 → (   ) → 달팽이관 → 청각 세포 → 청각 신경 → 대뇌

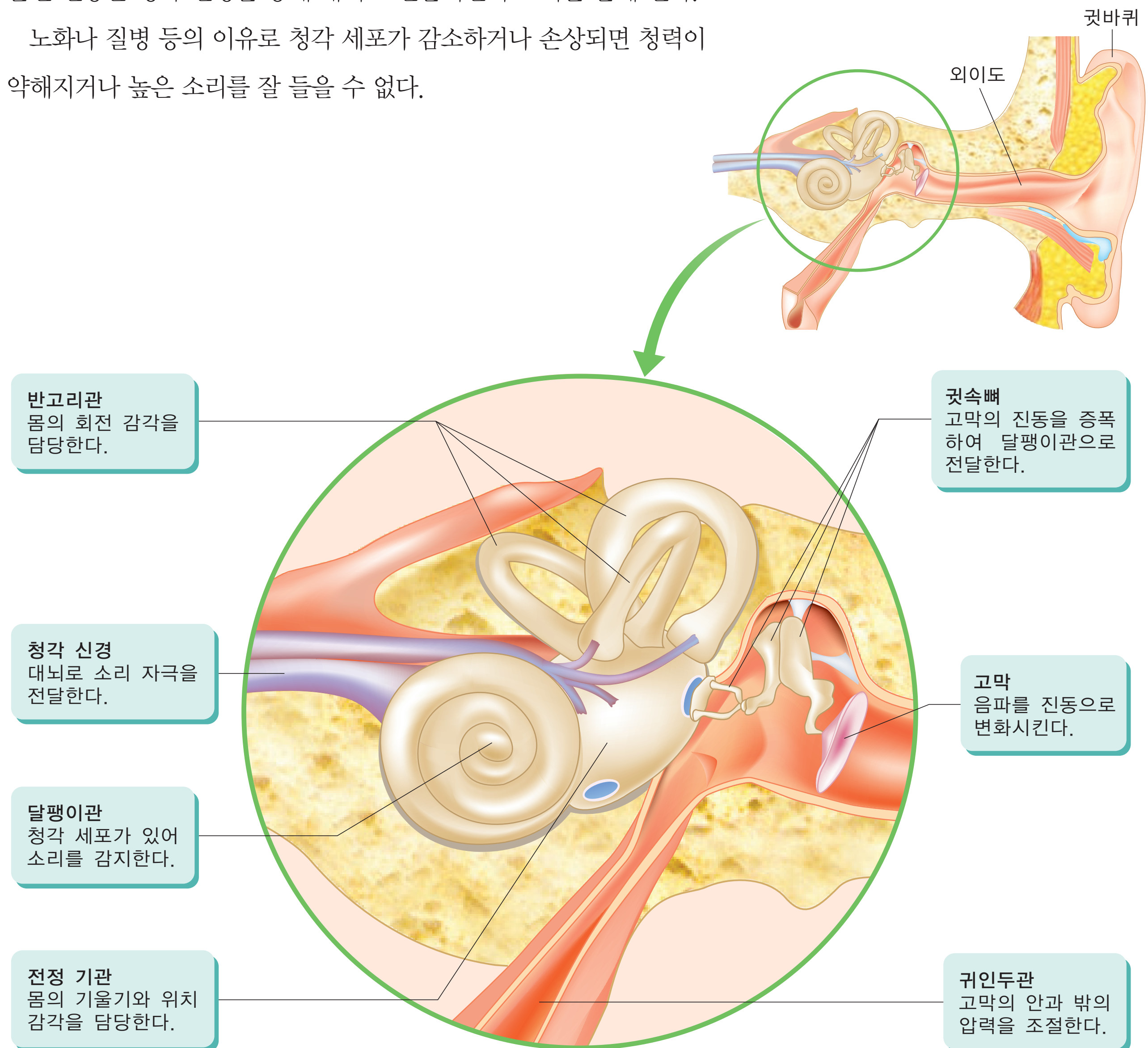


그림 Ⅶ-12 귀의 구조



비행기가 이륙할 때나 높은 산에 올라갔을 때 귀가 먹먹한 경우가 있다. 이때 침을 삼키면 이런 증상이 사라진다. 이러한 현상은 왜 생기는 것일까?

귀 안쪽에는 고막에서 시작되어 코의 인두와 목구멍으로 연결되어 있는 귀인두관이 있다. 귀인두관은 보통 때에는 닫혀 있으나 하품을 하거나 침을 삼킬 때에는 순간적으로 열린다. 이때 목구멍을 통해 귀인두관으로 공기가 들어가거나 빠져나오면서 고막 안쪽과 바깥쪽 압력의 차이가 조절된다. 따라서 귀인두관은 압력을 조절하여 고막이 손상되지 않도록 해 준다. 비행기 안에서 사탕을 나누어 주는 경우가 있는데, 이것은 사탕을 먹을 때 침을 삼켜 압력 차이를 조절하기 위한 것이다.



그림 Ⅶ-13 귀인두관의 위치

평형 감각

귀는 소리를 듣는 일 외에도 몸의 평형을 감지한다. 엘리베이터를 탔을 때 눈을 감고 있어도 엘리베이터가 어느 방향으로 움직이는지 알 수 있으며, 자동차 안에서 눈을 감고 있어도 자동차가 출발하거나 멈추는 것을 느낄 수 있다.

눈으로 보지 않고도 회전 방향이나 몸의 기울어진 정도를 느끼는 것을 **평형 감각**이라고 한다.

평형 감각은 반고리관과 전정 기관이 담당한다. 반고리관은 회전 자극을 받아들여 몸의 회전을 감지하고, 전정 기관은 중력 자극을 받아들여 몸의 기울어진 정도와 위치의 변화를 감지한다.

반고리관은 반원 모양의 고리 세 개로 이루어져 있으며, 안쪽에는 림프가 들어 있다. 몸이 회전하기 시작하거나 멈출 때 림프는 감각 세포를 자극한다. 이 자극이 감각 신경을 통해 소뇌로 전달되면 우리는 몸의 회전 방향을 알 수 있다. 반고리관 세 개는 서로 수직으로 연결되어 있어 회전하는 방향과 회전한 정도를 입체적으로 느낄 수 있다.

반고리관 아래에 있는 전정 기관은 두 개의 주머니로 이루어져 있으며 안쪽에는 평형석이 있다. 몸이 기울어질 때 평형석은 감각 세포를 자극한다. 이 자극이 감각 신경을 통해 소뇌로 전달되는 과정을 통해 우리는 몸의 기울어진 정도를 알게 된다.



전정 기관이 받아들이는 자극원은 무엇인가?

과학자료실 고래도 인간처럼 청각을 조절한다.



고래는 소리를 이용하여 서로 의사소통을 하며, 혹등고래 등 일부 종은 짝짓기를 위해 노래를 부르기도 한다. 이처럼 고래는 소리에 많은 부분을 의존하고 있다.

그런데 인간이 만들어 내는 시끄러운 바다 속 소음 때문에 많은 고래들이 귀머거리가 되고 있다. 선박 엔진이나 음파 탐지기, 탐사용 산업장비 등에서 발생하는 소음은 해양 생태계에 심각한 위협이 되고 있으며, 이런 소음 때문에 연간 25만 마리 이상의 고래가 청력을 잃고 있으며 그 숫자는 갈수록 늘고 있다.

고래를 바다 속 소음으로부터 보호할 수 있는 방법은 없을까?

사람이 큰 소리가 날 때 귀를 막는 것처럼 고래도 스스로 청력 감도를 낮춰 청각을 보호할 수 있다고 한다. 고래는 초음파를 발사하고 반사되는 음파를 들어서 주변의 물체를 알아내는데, 최근 연구에 의하면 고래는 돌아오는 음파가 지나치게 강할 경우 듣는 감도를 조절한다고 한다.

연구진은 '키나'로 이름 붙은 한 범고래에게 부드러운 음색의 사전 경고음을 반복해서 보낸 뒤 강한 소음을 들려주었다. 이런 훈련을 몇 번 반복하자 키나는 사전 경고음만 들어도 스스로 청력 감도를 낮추었다. 연구진은 '범고래가 음량을 조절하는 것 같다. 제트기가 지나갈 때 우리가 귀를 막는 것과 마찬가지이다' 라고 말했다.

연구진은 연구 결과를 토대로 고래에게 큰 소음의 위험을 알리는 사전 경보음을 개발할 수 있을 것으로 기대하고 있다.


ⓐ 혹등고래


ⓐ 범고래

자기 주도 학습



개념 확인하기

❶ 이어폰을 끼고 큰 소리의 음악을 자주 들으면 귀의 어느 부분이 손상을 입게 되는가?

❷ 진공 상태에서는 소리를 들을 수 없다. 그 이유는 무엇인가?

과학과 생활 연관 짓기

전정 기관에 있는 평형석의 일부가 간혹 떨어져 나와 반고리관으로 들어가는 경우가 있다. 이런 경우 어떤 증상이 나타나는지 조사해 보자.



1-3 그 밖의 감각 기관



학습 목표

- 후각을 느끼는 과정을 설명할 수 있다.
- 미각을 느끼는 과정을 설명할 수 있다.
- 피부에서 느끼는 감각을 설명할 수 있다.

즐거운 요리 실습 시간!

여기저기서 자신의 실력을 뽐내느라 교실 안이 시끌시끌하다.

고소한 음식 냄새가 교실 안에 퍼진다. “음~, 용우의 모둠은 튀김을 하고 있고, 혜리의 모둠은 찌개를 끓이고 있구나.” 보지 않아도 다 알 수 있다. 도현이는 감기에 걸려 냄새를 맡을 수 없다고 한다. 왜 감기에 걸리면 냄새를 맡을 수 없을까?

철수는 옆 모둠의 음식 맛을 살짝 보았다. 소금을 많이 넣었는지 조금 짜다고 한다. 그런데 지혜는 같은 음식인데도 싱겁다고 한다. 철수가 조금 예민한 걸까?

갑자기 교실 안이 웅성거린다. 혜린이가 물을 끓이다가 냄비에 손을 데었나 보다. 혜린이는 손이 화끈거리고 아프다고 한다. 선생님께서는 찬물을 틀어 손을 식혀 주셨다.

불을 사용해서인지 교실이 조금 더운 듯하다. 철이는 더위를 식힐 겸 창문을 열었다. 밖에서 시원한 바람이 불어와 얼굴을 간지럽힌다.

냄새와 맛은 어떻게 느끼는 것일까? 또 피부를 통해 느끼는 감각에는 무엇이 있을까?



후각

요리 실습 시간에 다른 모둠의 요리를 보지 않아도 어떤 요리를 하는지 알 수 있는 것은 냄새가 코를 자극하기 때문이다. 사람의 코는 기체 상태의 화학 물질을 자극으로 받아들여 냄새를 느낄 수 있는데, 이러한 감각을 **후각**이라고 한다.

코의 안쪽 윗부분에는 **후각 상피**가 있으며, 후각 상피는 냄새를 감지하는 **후각 세포**로 이루어져 있다. 후각 세포는 길쭉한 모양을 하고 있는데, 끝부분이 점액에 싸여 있다. 숨을 쉴 때 코로 들어온 기체 상태의 화학 물질은 점액에 녹는다. 이 화학 물질이 후각 세포를 자극하면 **후각 신경**을 통해 자극이 대뇌로 전달되어 냄새를 느끼게 된다.

감기에 걸려 콧물이 쌓이면 냄새를 잘 맡지 못한다. 그 이유는 콧속 천장 벽에 콧물이 덮여 있어 화학 물질이 후각 세포를 자극하기 어렵기 때문이다.

후각은 후각 세포 수가 많을수록 예민한데, 사람마다 개인차는 있지만 일반적으로 어른보다 아이들이 냄새에 더 예민하고, 남자보다 여자가 냄새에 더 예민한 편이다.



그림 Ⅶ-14 감기_ 코감기에 걸리면 후각 기능이 떨어진다.

후각 신경
후각 세포에서 받은 자극을 대뇌로 전달한다.

후각 상피

후각 세포
기체 상태의 화학 물질을 자극으로 받아들여 후각 신경으로 전달한다.

점액

기체 상태의 화학 물질

그림 Ⅶ-15 코의 구조



그림 Ⅶ-16 **탐지견**_ 개는 사람보다 후각 상피 조직이 넓고, 후각 세포가 많아 냄새를 더 잘 맡는다.

사람의 후각은 1만 가지 이상의 냄새를 구분할 정도로 예민하다. 하지만 같은 자극이 반복되는 경우 쉽게 피로를 느낀다. 향수를 뿌린 사람을 만났을 때, 향수 냄새가 처음에는 매우 강하게 느껴지지만 시간이 지나면 잘 느끼지 못한다. 이것은 후각 세포가 피로를 느끼기 때문이다. 그러나 다른 종류의 향수를 뿌리거나 새로운 냄새가 나면 그 자극에 대해서는 금방 알아차리고 반응한다.

미각

새콤달콤한 맛, 달짝지근한 맛, 달곰쌉쌀한 맛처럼 음식의 맛은 복잡 미묘하다. 맛을 느낄 수 있는 것은 음식물에 있는 물질이 혀를 자극하기 때문이다. 혀는 액체 상태의 화학 물질을 자극으로 받아들여 맛을 느끼는데, 이것을 **미각**이라고 한다. 사람은 수백 가지의 복합적인 맛을 구별할 수 있다. 그러나 혀가 느끼는 기본 맛은 단맛, 짠맛, 신맛, 쓴맛, 감칠맛의 다섯 가지이다.

감칠맛
음식이 입에 당기는 맛으로서, 고기나 버섯, 다시마 등에 들어 있는 글루탐산 등에 의한 독특한 맛이다.



파리는 다리에 나 있는 감각털을 통해 설탕물의 맛을 느낄 수 있다고 한다. 파리가 감각털을 통해 느끼는 감각은 무엇인가?

그림 Ⅶ-17 **혀의 구조**

혀

혀의 표면에는 좁쌀처럼 오돌토돌한 작은 돌기인 유두가 많이 있다. 유두의 옆구리에는 꽃봉오리 모양을 한 여러 개의 **맛봉오리**가 있는데, 맛봉오리는 여러 종류의 **맛세포**로 이루어져 있다. 음식을 먹을 때 침에 녹은 화학 물질이 맛봉오리를 자극하면 맛세포가 흥분하고, 이 흥분이 **미각 신경**을 통해 대뇌로 전달되면 맛을 느끼게 된다.

맛봉오리에는 다섯 가지의 맛을 받아들이는 맛세포가 모두 있기 때문에 혀의 모든 부분에서 모든 맛을 느낄 수 있다. 그러나 혀의 부위에 따라 맛세포의 분포가 다르기 때문에 맛을 느끼는 정도는 조금씩 다르다.

어릴 때에는 맛봉오리가 1만 개 정도 있지만, 나이가 들수록 점점 줄어든다. 여자는 남자보다 맛봉오리의 개수가 많아 맛을 더 예민하게 느낀다. 이처럼 사람마다 맛봉오리의 개수가 다르기 때문에 맛을 느끼는 정도도 서로 다르다. 같은 음식을 먹을 때 어떤 사람은 짜다고 느끼고 어떤 사람은 싱겁다고 느끼는 것도 이런 이유 때문이다.

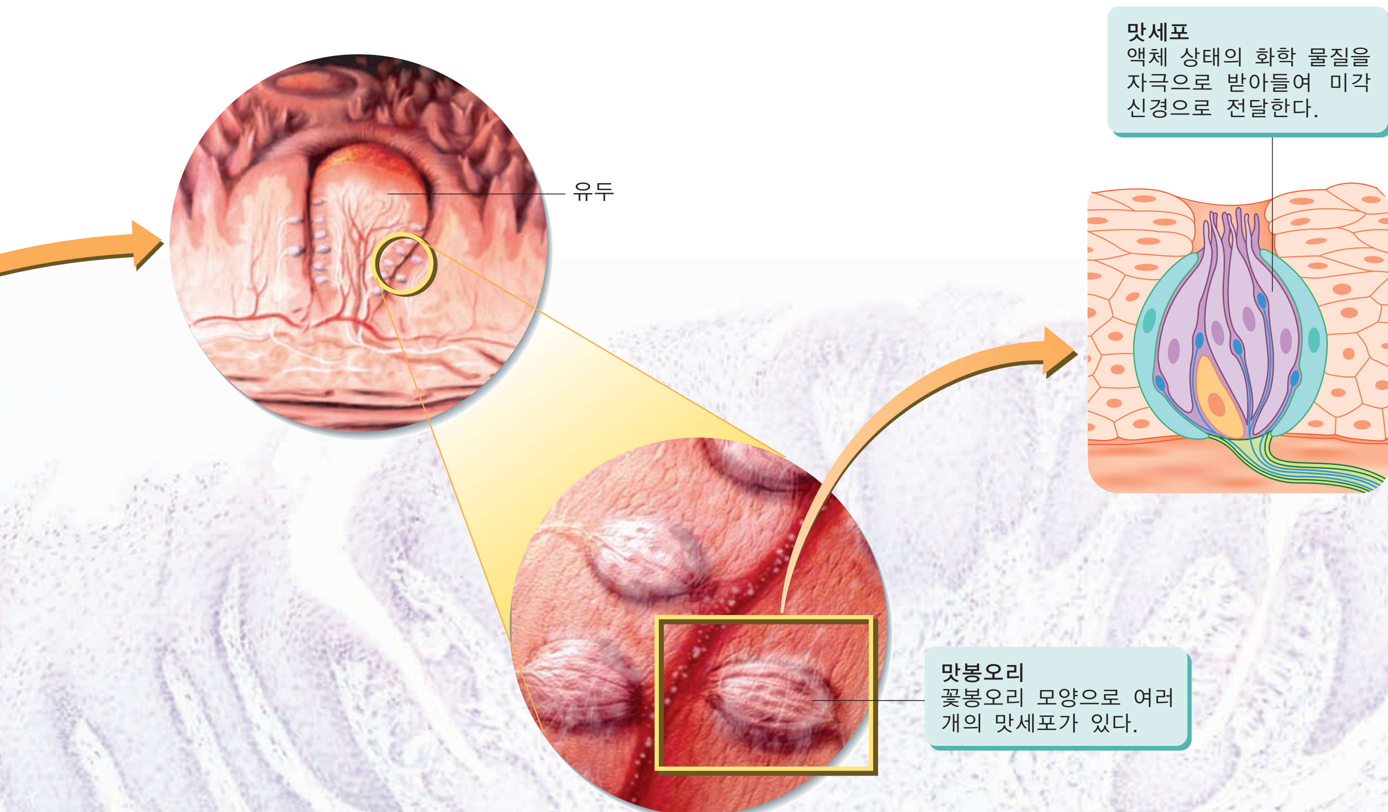
그렇다면 우리가 느끼는 여러 가지 음식의 맛이 미각만으로 결정되는 것인지 아니면 다른 요소의 영향을 받는지 알아보자.

매운맛과 떫은맛



매운맛과 떫은맛은 맛이 아니다. 매운맛은 혀가 느끼는 통각이고, 떫은맛은 일시적으로 혀가 당겨지면서 느끼는 압각이다.

잠깐 체크 혀에서 맛을 감지하는 부분은 어디인가?





탐구 활동 냄새와 맛의 관계

실험

목·표

후각이 미각에 어떤 영향을 미치는지 설명할 수 있다.

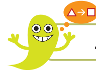
준·비·물

오렌지 주스, 사과 주스, 포도 주스, 사과, 양파, 파프리카, 무, 물, 칼, 컵, 안대, 이쑤시개



유·의·점

1. 음료나 과일, 채소를 먹고 나서 물로 충분히 입 안을 헹군다.
2. 코를 단단히 잡아 냄새를 맡지 않도록 한다.
3. 음료나 과일, 채소의 순서를 다르게 하여 미리 맛을 예상하지 못하도록 한다.



과정

❶ 안대로 눈을 가린 상태에서 오렌지 주스, 사과 주스, 포도 주스의 맛을 구분해 본다.

❷ 안대로 눈을 가리고, 한 손으로 코를 잡은 상태에서 오렌지 주스, 사과 주스, 포도 주스의 맛을 구분해 본다.

❸ 사과, 양파, 파프리카, 무를 같은 크기로 얇게 자른 후 과정 ❶, ❷와 같은 방법으로 사과, 양파, 파프리카, 무의 맛을 구분해 본다.









결과

1 안대를 하고 코를 막지 않은 상태에서 음료와 과일, 채소의 맛을 구분할 수 있는가?

2 안대를 하고 코를 막으면 음료와 과일, 채소의 맛을 구분할 수 있는가?



해석 창의·인성

실험 결과를 통해 우리가 느끼는 맛은 어떤 감각들이 합쳐진 것인지 토의해 보자.

맛은 혀로만 느낀다고 생각하기 쉽다. 하지만 맛은 혀로 느끼는 미각 외에도 코에서 감지하는 후각, 혀에서 감지하는 촉각, 눈에서 감지하는 시각 등이 조합되어 느끼는 복합적인 감각이다. 특히 음식의 맛은 후각의 영향을 많이 받는다. 감기에 걸렸을 때 맛을 잘 느끼지 못하는 이유도 냄새를 잘 맡지 못하기 때문이다. 따라서 후각에 이상이 있으면 미각도 함께 떨어져 맛을 잘 느낄 수 없게 된다.

피부 감각

털이 많은 인형을 안아 보면 포근한 느낌이 들고, 바늘에 찔리면 매우 아프다. 또 얼음을 만지면 차가운 느낌이 들고, 손난로를 쥐면 따뜻함이 느껴진다. 이처럼 피부에 어떤 물체가 닿으면 부드러움, 아픔, 차가움, 따뜻함과 같은 자극을 느낄 수 있다. 피부가 압력과 같은 물리적인 힘이나 온도 변화를 자극으로 받아들이는 감각을 **피부 감각**이라고 한다.

그림 Ⅶ-18 **점자**_ 손 끝에 있는 감각점을 통해 점자를 읽을 수 있다.

피부에는 자극을 감지하는 **감각점**이 있다. 감각점에는 온도의 상승을 받아들이는 온점, 온도의 하강을 받아들이는 냉점, 가벼운 접촉을 받아들이는 촉점, 아픔을 받아들이는 통점, 누르는 압력을 받아들이는 압점이 있다. 감각점에서 받아들인 자극이 감각 신경을 통해 대뇌에 전달되면 피부 감각을 느끼게 된다.

잠깐 체크 정수리에 휴대 전화를 올려놓고 진동시켜도 진동을 느끼지 못한다. 그 이유는 무엇인가?

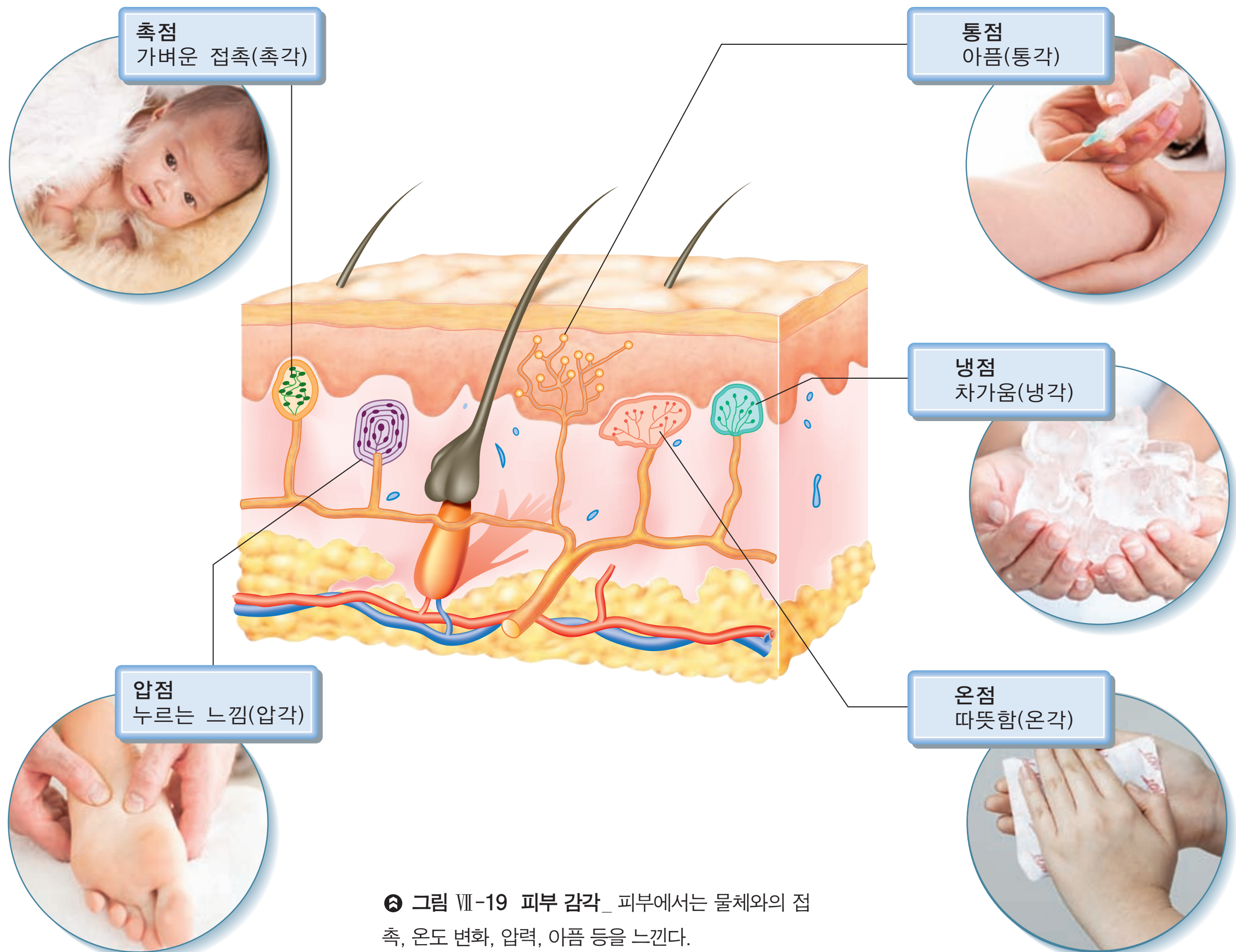


그림 Ⅶ-19 **피부 감각**_ 피부에서는 물체와의 접촉, 온도 변화, 압력, 아픔 등을 느낀다.



그림 Ⅶ-20 피부 감각의 측정

한 손은 10°C 물에, 다른 한 손은 30°C 물에 담그고 있다가 두 손을 동시에 20°C의 물에 담그면 어떻게 될까? 같은 온도이지만 한 손은 따뜻함을 느끼고 다른 한 손은 차가움을 느낀다. 이처럼 냉점과 온점은 온도 변화를 자극으로 받아들인다. 추운 겨울철에 냉동고에서 일하던 사람이 밖으로 나오면 따뜻함을 느끼는 것도 같은 이유 때문이다.

두 개의 연필을 겹쳐 잡은 다음 손등이나 팔뚝과 같이 피부의 여러 부위에 대 보면 어떤 곳은 두 점으로 느껴지지만 어떤 곳은 한 점으로 느껴진다. 이처럼 감각의 정도가 다른 이유는 몸의 부위에 따라 각 감각점들이 분포하는 정도가 서로 다르기 때문이다. 일반적으로 통점이 가장 많이 분포하며, 온점이 가장 적게 분포한다.


매우 추운 곳에 오래 있으면 살을 에는 듯한 고통이 느껴지기도 한다. 이처럼 자극의 정도가 강해지면 모든 자극은 통각으로 느껴진다.

감각점이 많을수록 피부 감각은 더 예민하다. 손가락 끝 1 cm^2에는 60여 개의 통점이 있는 반면에 손등에는 100여 개의 통점이 있다. 따라서 바늘에 손가락 끝을 찔렸을 때보다 손등을 찔렸을 때 아픔을 더 크게 느낀다. 손가락 끝은 손등보다 촉점이 더 많기 때문에 물체를 더 잘 구별할 수 있다.

미•니•탐•구 유령 연필 창의 · 인성



준비물 연필 한 자루

과정
❶ 한 명은 눈을 감고 입을 다문 채로 윗입술과 아랫입술을 반대 방향으로 잡아 당긴다.
❷ 다른 한 명은 연필 하나를 상대방의 양 입술 사이에 갖다 대어 본다.

물음
1 연필이 몇 개로 느껴지는가?
2 연필의 수가 다르게 느껴지는 이유를 조사해 보자.

자기 주도 학습

개념 확인하기

❶ 미각과 후각의 자극원은 각각 무엇인가?

❷ 감각점 중에서 통점은 우리 몸에 가장 많이 분포한다. 통점이 많아서 유리한 점은 무엇인가?

과학과 직업 연관 짓기

커피 감별사는 커피 농장에서 생산된 생두의 맛과 향의 특성을 감별하여 등급을 정하는 직업이다. 커피 감별사와 같이 뛰어난 후각과 미각이 필요한 직업에는 어떤 것이 있는지 조사해 보자.



보충·심화

두 눈은 지금 경쟁 중

'백 번 듣는 것보다 한 번 보는 것이 낫다.'라는 말이 있다. 주변 사물을 관찰할 때 눈이 우리 신체에서 가장 믿을 만한 감각 기관이라는 뜻이다. 그만큼 사람은 시각에 많이 의존하며, 실제 뇌 전체의 절반 가까운 부분이 시각 정보 처리에 관여한다. 그러나 가만히 관찰해 보면 우리의 시각은 그다지 안정적이지 않다.

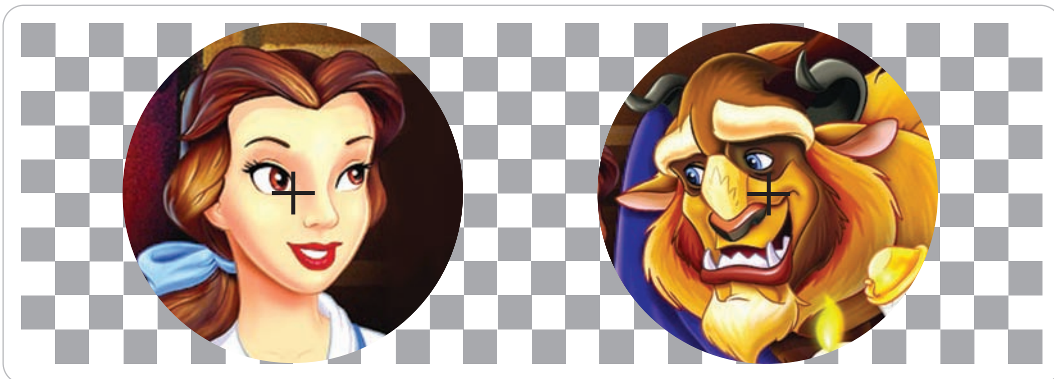
우리가 사물을 볼 때 뇌는 두 눈으로 들어온 정보를 통합적으로 인식한다고 생각하기 쉽다. 대부분의 경우에는 뇌가 두 눈에서 들어오는 정보를 잘 조화시킨다. 그 결과 양쪽 눈에 맺힌 영상들의 미세한 차이를 구분하여 사물을 입체적으로 바라볼 수 있다.

간단한 실험을 해 보자.

종이로 원통을 만들어 오른쪽 눈에 대고, 왼손은 손바닥이 보이게 종이 옆에 댄다. 그 상태로 두 눈을 뜨고 앞을 보면 손바닥이 뚫려 있는 것처럼 보인다. 하지만 뇌는 때때로 왼쪽 눈과 오른쪽 눈 가운데 어느 한쪽에서 들어온 정보만을 순간순간 선택하기도 한다.



❸ 두 가지 영상 겹쳐 보기



그림의 왼쪽에는 미녀, 오른쪽에는 야수가 그려져 있다. 시선의 초점을 미녀와 야수의 중간에 놓고 그림과 눈 사이의 적당한 곳으로 시선의 초점을 이동시켜 보자. 이를 위해서 그림 가운데에 손가락을 두었다가 손가락을 천천히 눈 쪽으로 이동시킨다. 손가락 끝을 응시하면서 그림을 보면 어느 순간 미녀와 야수의 그림 중간에 두 가지 그림이 겹친 모습이 나타난다.

흥미롭게도 이 겹친 모습은 고정되어 있지 않다. 한동안 미녀가 보이다 어느새 미녀는 야수로 둔갑하고, 시간이 흐르면 다시 야수가 미녀로 변신한다. 이것이 바로 '두 눈의 경쟁' 현상이다. 미녀와 야수처럼 매우 다른 그림을 양쪽 눈으로 보면 두 눈은 우리의 의식을 서로 차지하려고 경쟁을 벌인다. 이때 뇌는 순간적으로 혼란에 빠진다. 특히 두 눈으로 들어온 정보가 전혀 다른 종류일 때 뇌의 혼란은 심해지고, 결국 어느 한쪽만을 선택적으로 인식한다. 또한 그 선택을 끊임없이 바꾼다.

2 중단원 미리 보기
신경계

뉴런
신경세포인 뉴런은 우리 몸 곳곳에 분포하고 있다. 뉴런은 어떤 일을 하는 것일까?

길을 걷다가 누군가 부르는 소리가 들리면 고개를 돌리게 된다. 또한 무서운 개를 만나면 심장 박동이 빨라지고 호흡이 거칠어진다. 이와 같은 행동은 신경계와 관련이 있다.

신경계는 어떻게 이루어져 있으며, 자극에 대한 반응은 어떤 경로를 거쳐 나타나는 것일까?

중추 신경계

사고로 뇌나 척수를 다친 사람은 몸을 움직이지 못하거나 감각을 느끼지 못한다. 뇌와 척수는 어떤 일을 할까?

무조건 반사

의자에 앉아 고무망치로 무릎을 가볍게 치면 다리가 저절로 움직인다. 또 눈앞으로 어떤 물체가 빠르게 날아오면 자신도 모르게 눈을 감게 된다. 이런 행동들은 어디에서 조절하는 것일까?

의식적인 반응

교실 바닥에 떨어진 휴지를 보면서 비질을 하여 쓰레받기에 쓸어 담는다. 이런 행동은 어떻게 조절할 수 있을까?

2-1 신경계의 구성



학습 목표

- 뉴런의 생김새와 뉴런이 하는 일을 설명할 수 있다.
- 신경계의 종류와 신경계가 하는 일을 설명할 수 있다.



그림 Ⅶ-21 스티븐 호킹_ 루게릭병과 싸우며 우주 탄생의 비밀을 연구하고 있다.

어느 날 갑자기 팔과 다리에 힘이 없어진다. 길을 가다가 푹 쓰러지거나, 손에 힘이 풀려 가벼운 물건조차 들지 못한다. 시간이 지날수록 서서히 운동 기능을 잃게 된다. 결국 씹거나 삼키지도 못하고, 말도 할 수 없게 된다. 이것이 바로 루게릭병이다.

루게릭병은 의식과 감각은 멀쩡하지만 운동 신경세포가 사라지면서 자신의 의지대로 몸을 움직이지 못하는 질병이다.

몸에서 신경세포는 어떤 일을 하며, 신경계는 어떻게 이루어져 있을까?

뉴런

우리 몸은 빛, 소리, 냄새 등 다양한 감각을 받아들이고 그에 따른 적절한 행동을 한다. 이와 같은 일들이 가능한 이유는 감각 기관이 받은 자극이 뇌로 전달되고, 뇌에서 만들어진 운동 명령이 운동 기관인 근육으로 전달되기 때문이다. 이처럼 감각 기관과 운동 기관을 연결해 주고 자극과 운동 명령을 전달하는 체계를 **신경계**라고 한다.

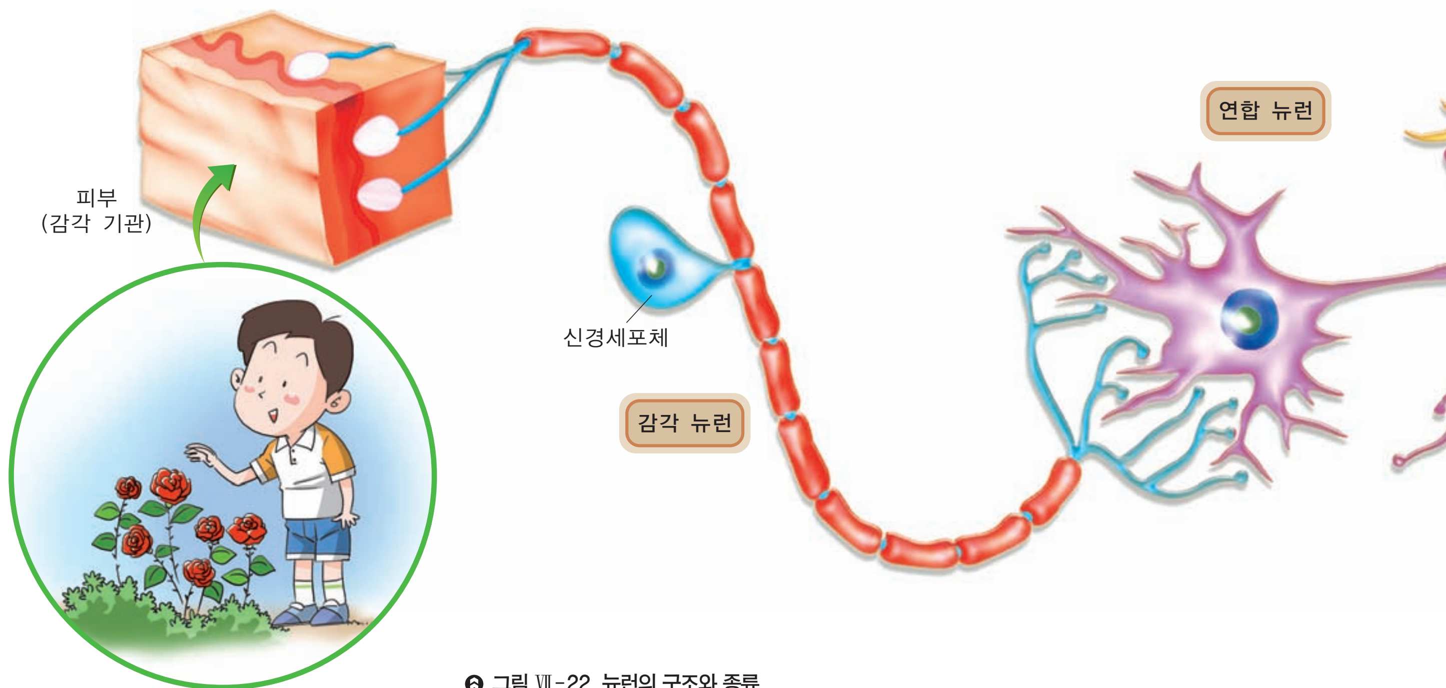


그림 Ⅶ-22 뉴런의 구조와 종류

신경계는 **뉴런**이라고 불리는 수많은 신경세포들로 구성되어 있다. 뉴런은 빠르게 자극을 전달해야 하므로 다른 세포들과는 달리 길게 뻗어 있는 모양이며, 신경세포체와 신경 섬유로 이루어져 있다.

핵과 세포질이 있는 **신경세포체**는 뉴런의 물질대사에 관여하며, 신경 전달 물질을 합성한다. 실처럼 가늘고 긴 모양의 **신경 섬유**에는 가지 돌기와 축삭 돌기가 있다.

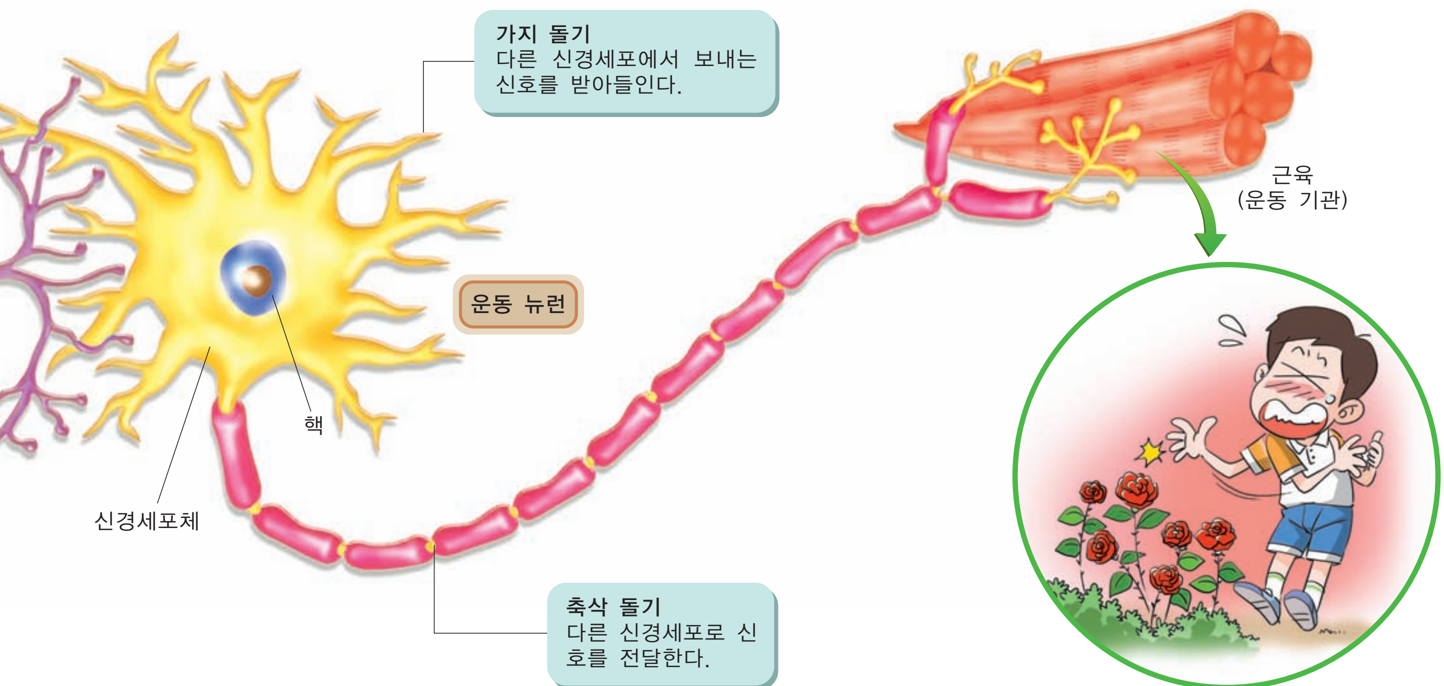
가지 돌기는 전파를 받는 안테나와 같이 다른 뉴런에서 보내는 신호를 받아들인다. 축삭 돌기는 신경세포체에서 뻗어 나온 한 개의 긴 돌기로서, 다른 뉴런으로 신호를 전달한다.

뉴런의 모양과 크기는 매우 다양하며 하는 일에 따라 **감각 뉴런**, **연합 뉴런**, **운동 뉴런**으로 구분된다.

감각 뉴런은 신경세포체가 축삭 돌기의 한쪽 옆에 치우쳐 있으며, 감각 기관이 받은 자극을 연합 뉴런으로 전달한다. 연합 뉴런은 가지 돌기가 특히 많고 신경세포체가 발달되어 있으며, 감각 뉴런과 운동 뉴런을 연결한다. 운동 뉴런은 축삭 돌기가 길고 신경세포체가 비교적 크며, 연합 뉴런이 만든 운동 명령을 운동 기관으로 전달한다.

수많은 뉴런들은 서로 모여 신경 조직을 구성한다. 감각 뉴런은 감각 신경을 구성하고, 연합 뉴런은 뇌와 척수를 구성하며, 운동 뉴런은 운동 신경을 구성한다.

스스로 해결하기
뉴런은 핵이 있는 (   ) 와/과 신호를 전달하는 신경 섬유로 이루어져 있다.



중추 신경계

신경계는 중추 신경계와 말초 신경계로 구분된다.

중추 신경계는 몸의 중심부에 위치하고 있으며, 연합 뉴런으로 이루어진 **뇌**와 **척수**가 있다. 중추 신경계는 자극을 수용하여 반응을 일어나게 하고, 의식적인 활동과 무의식적인 활동을 조절해 준다. 사람의 뇌는 대뇌, 소뇌, 간뇌, 중간뇌, 연수로 구분된다.

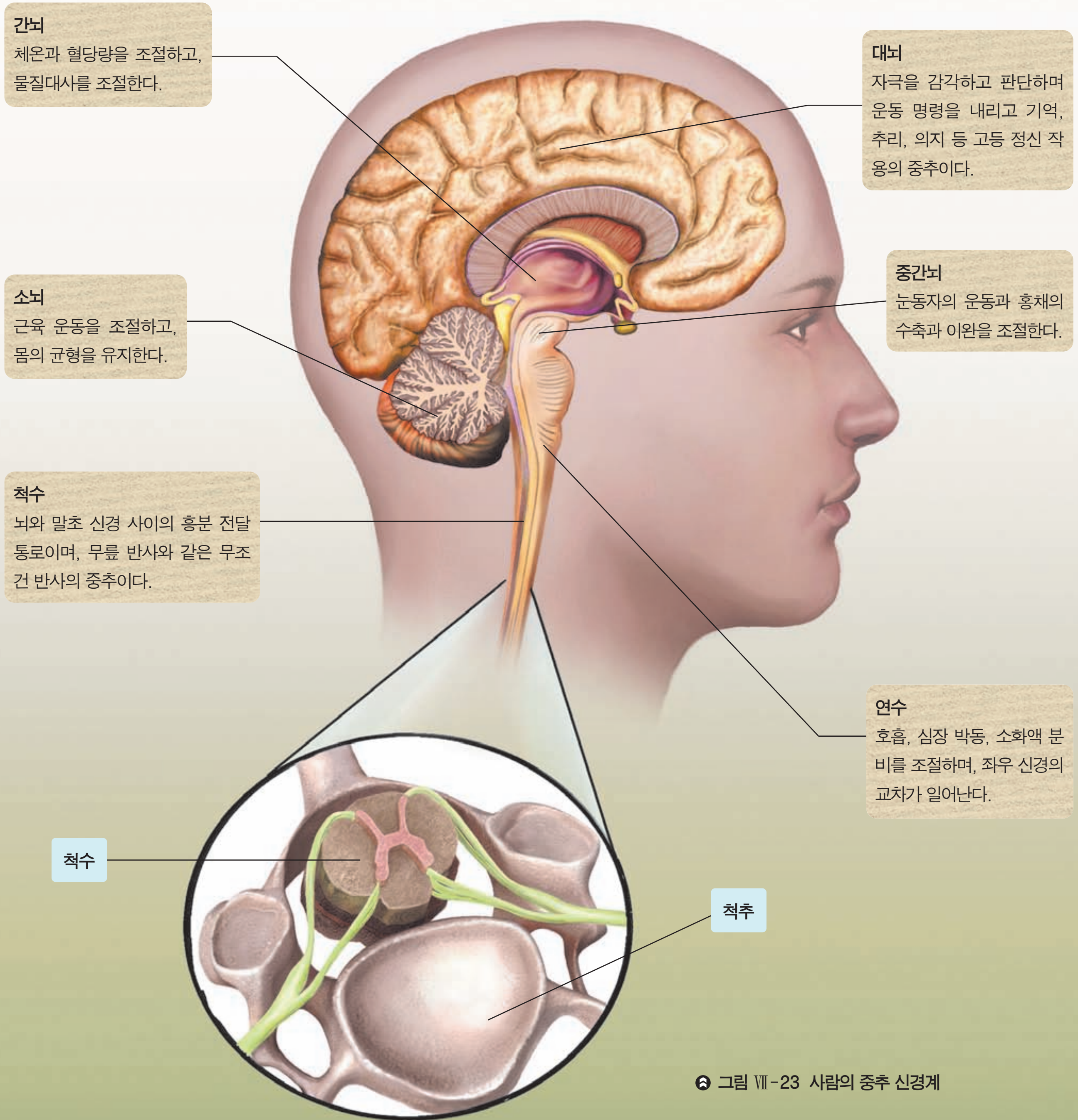


그림 Ⅶ-23 사람의 중추 신경계

대뇌는 호두의 알맹이처럼 겉부분에 많은 주름이 있으며, 왼쪽과 오른쪽 두 개의 반구로 이루어져 있다. 대뇌의 왼쪽은 몸의 오른쪽을, 대뇌의 오른쪽은 몸의 왼쪽을 통제한다. 선생님을 만나면 인사를 하거나, 친구와 대화를 나누거나, 애절한 영화를 보고 슬픔을 느끼는 것과 같은 대부분의 일들은 대뇌가 조절한다. 대뇌는 감각 기관에서 자극을 전달받아 운동 명령을 내리며, 기억, 사고, 추리, 감정 등의 고차원적인 작용을 담당한다.

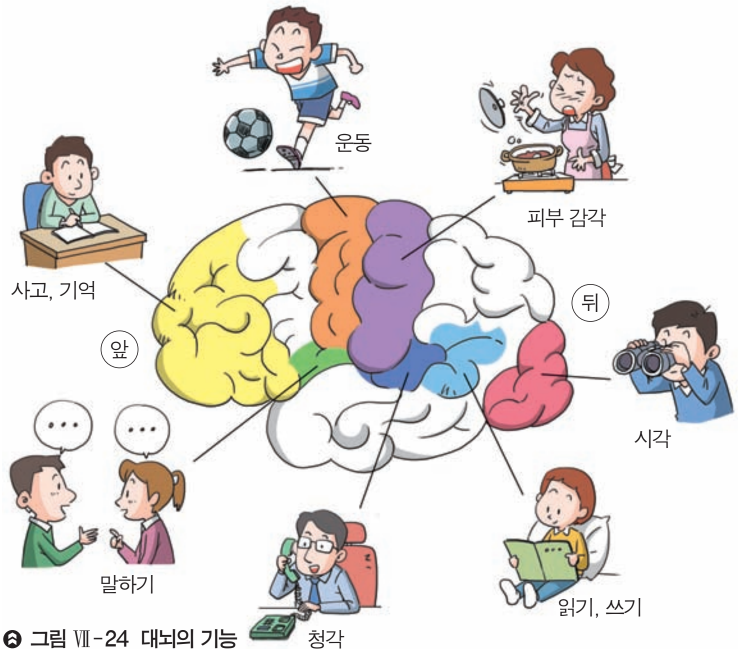


그림 Ⅶ-24 대뇌의 기능

소뇌는 근육을 조절하여 몸의 균형을 유지하고, 미세한 동작을 조절한다. 자전거나 스케이트를 처음 배울 때에는 자주 넘어지지만 여러 번 타다 보면 능숙하게 타게 된다. 그 이유는 근육 운동을 조절하고 몸의 균형을 유지하는 데 소뇌가 관여하기 때문이다.

간뇌는 대뇌로 둘러싸여 있으며, 자율 신경계의 조절 중추이다. 간뇌는 우리 몸의 체온과 혈액 속에 있는 포도당이나 무기 염류와 같은 체액의 성분을 일정하게 유지시킨다. 또한 간뇌의 뇌하수체는 호르몬의 분비를 조절한다.

뇌하수체
척추동물에서 볼 수 있는 타원형의 내분비샘으로서, 간뇌 아래에 있다.

중간뇌는 수정체의 두께를 조절하고, 동공의 크기 변화와 같은 시각의 반사 운동을 조절한다.

연수는 신경이 서로 교차하는 통로이며 생명 유지에 필요한 심장 박동, 호흡, 소화, 배설 등을 조절한다. 또한 하품이나 기침, 재채기 등과 같은 운동을 조절한다.

척수는 척추로 둘러싸여 있다. 척수는 신경이 지나가는 통로이며, 뇌와 말초 신경 사이에서 자극과 정보를 전달하는 역할을 한다. 척수를 다치면 재생이 힘들기 때문에 다친 곳의 아래쪽이 마비되는 경우도 있다.



그림 Ⅶ-25 몸의 균형 유지_ 소뇌는 몸의 균형을 유지하도록 해 준다.

잠깐 체크 오른쪽 뇌를 다치면 몸의 왼쪽이 마비되고, 왼쪽 뇌를 다치면 몸의 오른쪽이 마비되는 이유는 무엇인가?

말초 신경계

말초 신경계는 뇌나 척수와 연결되어 온몸에 분포하는 신경계를 말한다. 말초 신경계는 그 기능에 따라 체성 신경계와 자율 신경계로 구분된다.

체성 신경계는 감각 신경과 운동 신경이 쌍으로 이루어져 있으며, 정보의 전달을 담당한다. 감각 신경은 소리, 냄새, 아픔과 같은 감각 정보를 중추 신경계로 전달해서 그 의미를 파악하게 하고, 운동 신경은 중추 신경계가 만든 운동 명령을 운동 기관으로 전달해서 몸을 움직이게 한다. 체성 신경계는 피부나 근육, 감각 기관 등에 연결되어 있다. 체성 신경계에 이상이 생기면 감각을 느끼지 못하거나 몸을 움직이지 못할 수도 있다. 감각 신경이 손상된 한센병 환자의 경우는 얼굴이나 손발에 상처가 생겨도 통증을 느끼지 못한다.

한센병
나균에 의해 감염되는 전염병으로서, 나균을 발견한 한센의 이름에서 유래한 명칭이다. 병이 진행되면 감각 신경이 손상되어 감각을 느끼지 못한다.



그림 Ⅶ-26 신경계_ 중추 신경계와 말초 신경계로 구분된다.

자율 신경계는 다른 신경계와는 달리 우리의 의지와 관계없이 독립적으로 조절하는 신경계이다. 자율 신경계는 **교감 신경**과 **부교감 신경**으로 이루어져 있다. 교감 신경과 부교감 신경은 쌍을 이루고 있으며, 서로 반대되는 일을 한다. 교감 신경은 스트레스나 긴장 상태에서 활성화되고, 부교감 신경은 휴식 상태에서 활성화된다. 자율 신경계에 의해 호흡, 소화, 체온, 심장 박동 등이 자율적으로 조절되기 때문에 생명을 유지할 수 있다.



그림 Ⅶ-27 부교감 신경이 작용하는 예 _ 집중하여 책을 읽다가 휴식을 취하면 부교감 신경이 활성화되어 배고픔을 느끼게 된다.

부교감 신경
동공 축소
심장 박동 억제
호흡 운동 억제
위 운동 촉진

교감 신경
동공 확대
심장 박동 촉진
호흡 운동 촉진
위 운동 억제

그림 Ⅶ-28 부교감 신경(왼쪽)과 교감 신경(오른쪽)의 역할

자기 주도 학습

개념 확인하기

❶ 중추 신경계와 말초 신경계는 각각 어떤 뉴런들로 이루어져 있는가?

❷ 체조 선수들은 일반인에 비해 어떤 뇌가 발달되어 있는가?

과학과 의학 연관 짓기

사고로 뇌에 심각한 손상이 생긴 경우 뇌사 상태에 이르거나 식물인간이 되기도 한다. 뇌사와 식물인간을 구분하는 기준이 무엇인지 신경계와 관련해서 조사해 보자.

2-2 자극의 전달과 반응



학습 목표

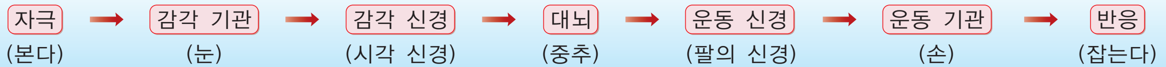
- 자극에 대한 반응 경로를 말할 수 있다.
- 의식적인 반응과 무의식적인 반응의 예를 설명할 수 있다.

엄마가 아기의 손바닥에 손가락을 갖다 대면 아기는 힘을 주어 엄마의 손가락을 꽉 잡는다. 또한 갓 태어난 아기의 겨드랑이를 잡고 일으켜 세운 다음 발바닥을 땅에 닿게 하면 아기는 걷는 것처럼 발을 교대로 내딛는다. 아기는 졸음이 오면 하품을 하고 갑자기 재채기를 하기도 한다. 이런 행동은 의식적인 반응일까? 무의식적인 반응일까?

의식적인 반응

생물의 특징 중 하나는 자극에 대해 적절하게 반응하는 것이다. **반응**이란 자극에 대해 우리 몸이 나타내는 행동으로서, 반응하기 위해서는 자극과 운동 명령이 신경계를 통해 전달되어야 한다.

일상생활에서 반응은 어떻게 조절되는 것일까? 음료수를 보고 손으로 음료수를 잡을 때까지의 반응 경로를 생각해 보자.





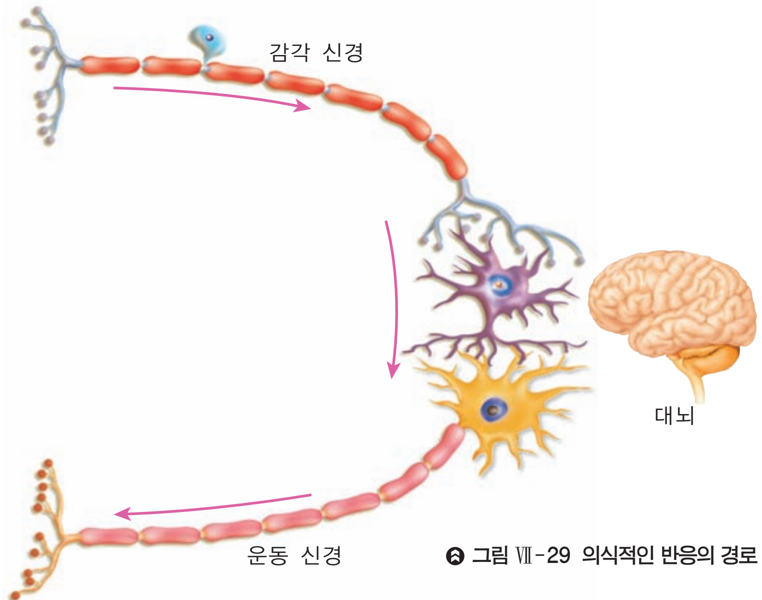


그림 Ⅶ-29 의식적인 반응의 경로

눈에 있는 시각 세포가 음료수에 대한 자극을 받아들이면 시각 신경을 통해 대뇌로 자극이 전달된다. 대뇌는 음료수를 마시겠다는 판단을 하고 운동 명령을 내린다. 운동 명령이 운동 신경을 통해 팔의 근육으로 전달되면, 팔을 움직여 음료수를 잡게 된다.

이와 같이 대뇌에 의해 어떤 행동이 의식적으로 조절되는 것을 **의식적인 반응**이라고 한다. 농구 선수가 골대를 향해 농구공을 던지거나 야구 선수가 날아오는 야구공을 방망이로 치는 행동은 의식적인 반응이다. 또 시험을 볼 때 문제를 열심히 풀어 나가거나 졸음을 쫓기 위해 볼을 꼬집는 것 역시 의식적인 반응의 예이다.

의식적인 반응은 대뇌의 판단 과정을 거쳐 나타나기 때문에 반응 속도는 경우에 따라 다양하게 나타날 수 있다.

잠깐 체크 의식적인 반응의 중추는 무엇인가?




그림 Ⅶ-30 의식적인 반응_ 농구 골대를 향해 뛰어오르는 것은 의식적인 반응이다.

과학 자료실 대뇌가 관여하는 무의식적인 반응, 조건 반사

대뇌가 의식적인 반응만을 조절하는 것은 아니다. 우리의 행동 중에는 경험에 의해 같은 상황이 반복되면 의지와 상관없이 무의식적으로 반응이 나타나는 경우가 있다. 이와 같은 반응을 조건 반사라고 한다.

조건 반사의 원리는 파블로프의 실험을 통해 밝혀졌다. 파블로프는 개에게 먹이를 줄 때마다 종소리를 들려주었다. 이와 같은 자극을 반복했더니 나중에는 개가 종소리만 듣고도 침을 흘렸다. 이 현상은 종이 울리면 먹이를 준다는 사실이 반복된 훈련에 의해 개의 대뇌에 기억되었기 때문에 나타난다.

우리는 레몬을 보거나 레몬 냄새만 맡아도 입에 침이 고인다. 심지어는 레몬이라는 말만 들어도 침이 고이는 경우도 있다. 이는 레몬을 먹어 본 경험이 있어 대뇌가 그 맛을 기억하고 있기 때문이다. 하지만 레몬을 먹어 본 적이 없는 경우라면 손에 레몬을 쥐어 주어도 침이 고이지 않는다.

조건 반사를 인간 행동에 처음으로 적용한 사람은 왓슨이다. 1920년 왓슨은 9개월 된 어린아이를 대상으로 흰쥐에 대해 무서움을 느끼게 하는 실험을 하였다. 어린아이는 원래 흰쥐를 무서워하지 않았다. 하지만 어린아이가 흰쥐에게 다가가거나 만질 때마다 갑작스럽게 큰 소리를 들려주었다. 결국 어린아이는 흰쥐를 보면 무서움을 느끼게 되었다고 한다. 이처럼 처음에는 무서움을 느끼지 않았지만, 흰쥐와 큰소리가 지속적으로 자극함으로써 어린아이는 흰쥐만 보아도 놀라는 반응을 하게 된 것이다.

조건 반사는 고등 동물일수록 형성시키기가 쉽고, 하등 동물일수록 형성시키기가 어렵다. 일단 조건 반사가 형성된 다음에는 상당 기간 소멸되지 않지만, 자극을 오랫동안 주지 않으면 어느 정도의 시간이 지난 뒤에는 없어진다.


신맛이 나는 과일



그림 Ⅶ-31 딸꾹질_ 의지와 상관없이 일어나는 무조건 반사이다.

무의식적인 반응

자극에 대한 모든 반응에 대뇌가 관여하는 것은 아니다. 눈 앞으로 갑자기 물체가 날아오면 무의식적으로 눈을 감기도 하고, 코가 간지러울 때에는 자신의 의지와 상관없이 재채기나 딸꾹질을 하기도 한다. 이처럼 자신의 의지와 관계없이 무의식적으로 일어나는 반응을 **무조건 반사**라고 한다. 무조건 반사는 어떻게 조절되는 것일까?

날카로운 압정에 발을 찔리면 순간적으로 발을 움츠린다. 이때의 반응 경로를 생각해 보자.

발바닥 피부에 있는 통점이 자극을 받아들이면, 감각 신경을 통해 척수로 자극이 전달된다. 이 자극은 척수를 거쳐 대뇌로도 전달되지만 대뇌가 압정에 찔렸다는 사실을 인식하고 판단을 내리기 전에 척수가 먼저 발을 움츠리라는 운동 명령을 내린다. 척수의 운동 명령은 운동 신경을 통해 발의 근육으로 전달되어 발을 움츠리게 된다.

운동 영역
감각 영역
연합 신경
척수
운동 신경
감각 신경

자극 (압정에 찔리다) → 감각 기관 (피부) → 감각 신경 → 척수 (반사 중추) → 운동 신경 → 운동 기관 (발 근육) → 반응 (발을 뗀다)

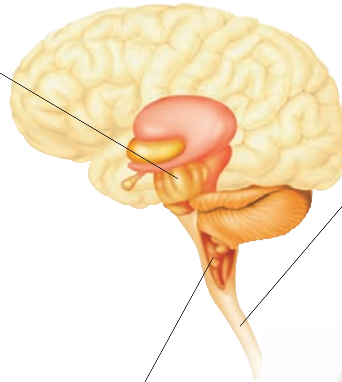
그림 Ⅶ-32 무조건 반사의 경로

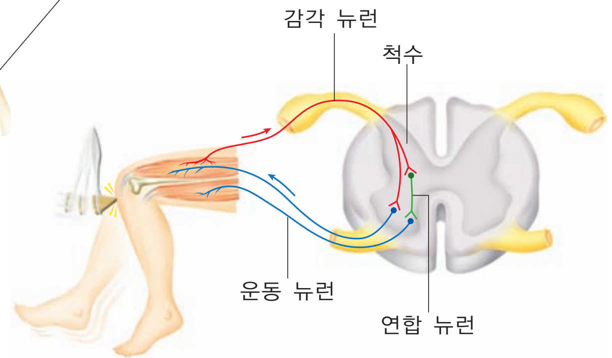
이처럼 대뇌를 거치지 않는 무조건 반사는 의식적인 반응보다 빠르게 일어나 갑작스러운 위험으로부터 몸을 보호할 수 있다. 무조건 반사는 선천적인 반응으로 종류가 매우 많으며, 척수와 연수, 중간뇌 등이 반사 중추가 된다.











눈 깜빡임이나 동공 반사 등은 중간뇌가 조절한다.

뜨거운 물체를 만졌을 때 손을 떼는 행동이나 무릎 반사 등은 척수가 조절한다.

재채기, 딸꾹질, 침 분비 등은 연수가 조절한다.

그림 Ⅶ-33 무의식적인 반응

잠깐 체크 무릎 반사가 일어나는 경로를 설명해 보자.

자극에 대한 반응 속도

우리는 자극에 대해 얼마나 빠르게 반응을 할까? 골대를 향해 빠르게 날아오는 공을 본 골키퍼는 순간적으로 판단하여 공을 막아 낸다. 하지만 골키퍼가 공을 보고 쳐내기까지는 약간의 시간이 필요하다. 자극에 대해 반응하려면 자극에 의해 생긴 신경의 흥분이 뉴런을 통해 운동 기관에 전달되어야 하기 때문이다. 자극에 대한 반응 시간은 개인에 따라 다르고, 신경의 종류에 따라서도 다르다. 또한 운동선수가 같은 동작을 반복 훈련하는 것은 반응 속도를 빠르게 하기 위한 것이다.

자극에 대한 반응 시간을 측정해 봄으로써 의식적인 반응이 일어나기까지 얼마의 시간이 걸리는지 알아보자.





탐구 활동 자극에 대한 반응 시간

측정(동영상)

목·표

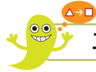
자극에 대한 반응이 나타날 때까지 시간이 걸리는 이유를 설명할 수 있다.

준·비·물

50 cm 자, 안대, 의자

 **유·의·점**

1. 자를 떨어뜨리기 전 손가락 사이의 자의 눈금은 0에 위치해 있어야 한다.
2. 자를 떨어뜨릴 때 준비 상태를 확인한 다음 예고 없이 떨어뜨린다.
3. 자를 잡는 손이 위 아래로 움직이지 않도록 주의한다.



과정

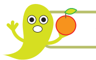
❶ 한 사람은 의자에 앉은 상태로 엄지손가락과 집게손가락을 벌리고, 다른 사람은 50 cm 자를 들고 앞에 선다.

❷ 자를 잡은 사람이 예고 없이 자를 놓으면 의자에 앉은 사람은 가능한 한 빨리 엄지손가락과 집게손가락으로 자를 잡는다.

❸ 엄지손가락 부분의 눈금을 확인한 다음, 같은 실험을 5회 반복한다.

❹ 이번에는 앉은 사람의 눈을 안대로 가리고, 자를 잡은 사람이 '땅' 소리와 함께 자를 떨어뜨리고, 과정 ❷, ❸을 반복한다.

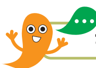




결과

손가락으로 자를 잡은 거리를 기록해 보자.

구분	1회	2회	3회	4회	5회	평균값
눈으로 볼 때 (cm)						
귀로 들을 때 (cm)						



해석 창의 · 인성

1 떨어지는 자를 보고 자를 잡을 때까지의 반응 경로를 설명해 보자.

2 눈으로 보고 자를 잡을 때와 귀로 소리를 듣고 자를 잡을 때까지의 반응 시간이 다른 이유는 무엇인지 설명해 보자.

자기 주도 학습

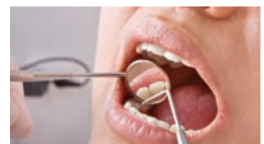
개념 확인하기

❶ 무의식적으로 일어나는 무조건 반사의 이로운 점은 무엇인가?

❷ 무의식적인 반응의 조절 중추는 어디인가?

과학과 생활 연관 짓기

치과에서 사랑니를 뽑거나 썩은 치아를 치료할 때 마취제를 투여하기도 한다. 이러한 마취제가 신경계에 어떤 작용을 하는지 조사해 보자.



보충·심화

전두엽과 성격

1848년 9월 13일, 철도 건설 현장의 작업반장이었던 피니어스 게이지는 평상시와 같이 바위를 폭파하기 위해 조수와 함께 화약을 설치하였다. 바위에 구멍을 뚫고 쇠막대로 화약을 집어넣는 도중 '쾅!' 하는 소리와 함께 쇠막대가 튕겨 나왔다. 그리고 쇠막대는 피니어스의 왼쪽 광대뼈 밑에서 들어와 앞머리를 뚫고 하늘로 날아가 버렸다. 엄청난 사고였지만 피니어스는 살아 있었으며 의식도 멀쩡하였다. 그는 부축 없이도 홀로 걸을 수 있었고, 사고 소식을 듣고 달려온 의사에게 "할 일이 많겠습니다. 의사 선생님."이라고 태연하게 말을 건넸다고 한다.

그런데 그 사건 이후 피니어스의 성격이 완전히 바뀌었다. 피니어스는 평소 유쾌하고 일꾼들과 잘 어울리던 사람이었다. 하지만 사고 이후에는 변덕이 심해졌으며, 상스러운 말을 하는 무례한 청년으로 변하였다. 결국 그는 친구들과 멀어졌으며, 철도 건설 현장에서도 쫓겨났다.

대뇌의 앞부분에는 뇌의 기능을 조절하고 통제하는 전두엽이 있다. 전두엽은 예측하고 결정을 내리며, 사회적으로 상호 작용을 하는 능력을 담당한다. 전두엽에 이상이 생기면 자기만 생각하거나 염치가 없어지는 성격이 나타난다. 또한 주변에 휘둘리거나 자기 절제를 못해 욱하는 마음에 폭력적으로 변하기도 한다. 일부 폭력 범죄자의 경우 뇌 검사를 해 보면 전두엽 기능이 저하되어 있는 경우가 많다고 한다.

피니어스의 경우도 쇠막대가 뇌의 전두엽을 통과하면서 전두엽이 물리적으로 손상되어 성격이 완전히 바뀌게 된 것이다.

전두엽은 주로 청소년기에 발달한다. 이때 교육을 덜 받거나 과음이나 흡연을 하고 스트레스에 자주 시달리면 전두엽이 잘 발달하지 못하고 퇴화된다. 전두엽이 발달하지 않은 사람은 본능을 억제하거나 맡은 일을 수행하는 능력이 떨어진다. 사춘기 청소년들이 감정 조절을 잘하지 못하고 산만한 것도 아직 전두엽이 성숙되지 못했기 때문이다.



피니어스 게이지의 머리 부상을 나타낸 모형

3 중단원 미리 보기

호르몬



내분비샘

청소년에게 발생하는 여드름은 호르몬 분비량의 영향을 받는 경우가 많다. 호르몬은 어디에서 분비되며, 어떻게 조절되는 것일까?



당뇨병

혈액에 포도당이 지나치게 많으면 오줌에 포도당이 섞여 나오는 당뇨병에 걸릴 수 있다. 당뇨병 환자들은 매일 혈당량을 확인해야 한다. 혈액 속의 포도당은 어떻게 조절될까?

도파민을 감동의 호르몬이라고 한다. 도파민이 분비되면 경기장에서 응원을 할 때와 같이 흥분되는 감정이나 사랑하는 감정, 행복함 등을 느끼게 된다. 우리 몸이 항상 일정한 상태를 유지할 수 있는 것은 신경계와 호르몬의 조절 작용 때문이다. 호르몬에는 어떤 종류가 있으며 항상성은 어떻게 유지되는 것일까?



되먹임 작용

발표 수업을 할 때에 선생님의 조언을 듣고 발표 준비를 더 잘할 수 있었다. 이러한 과정에서 되먹임 작용을 볼 수 있다. 우리 몸에서 일어나는 되먹임 작용에는 어떤 것이 있을까?



갑상샘종

과거에 미역이나 다시마와 같은 해조류를 구하기 힘든 산악 지방에 사는 사람들 중에는 목 부위가 부어오르는 갑상샘종 환자가 많았다. 미역과 갑상샘종은 어떤 관계가 있을까?

3-1 호르몬의 종류



학습 목표

- 내분비샘에서 분비되는 호르몬의 종류를 말할 수 있다.
- 호르몬의 특징을 신경계와 비교하여 설명할 수 있다.



소영이와 현우는 어릴 때부터 친하게 지내 온 단짝이다. 둘은 키가 비슷했기 때문에 만날 때마다 누가 더 많이 컸는지 키재기 놀이를 하곤 하였다. 그런데 중학교 2학년이 되면서 현우의 키가 소영이의 키보다 훌쩍 커지고 몸무게도 많이 늘었다. 그뿐만 아니라 현우는 수염도 나기 시작하고, 목소리도 제법 굵어졌다. 소영이는 중학생이 되자 조금씩 몸에 변화가 생기기 시작하였다. 가슴과 엉덩이가 커지고 월경도 시작되었으며, 미모에도 관심이 많아져서 얼굴에 생기기 시작한 여드름 때문에 고민도 많이 늘었다.

청소년기에는 몸이 급격히 생장하면서 남녀의 신체적 차이가 뚜렷해지기 시작한다. 그러다가 일정한 시기가 지나면 생장이 멈춘다. 이처럼 특정한 시기에 맞춰 우리 몸에 변화가 나타나는 이유는 무엇일까?



그림 Ⅶ-34 1차 성징과 2차 성징_ 태어날 때부터 구분되는 남녀의 특징을 1차 성징이라고 하고, 청소년기 이후에 두드러지게 나타나는 남녀의 서로 다른 신체적 특징을 2차 성징이라고 한다.

우리 몸은 변화하는 환경과 상황에 적응하기 위해서 신체 각 부분의 기능이 필요에 맞도록 항상 조절된다. 예를 들어 추운 겨울철에는 몸을 떨어 열을 발생시키고, 더운 여름철에는 땀을 흘려 체온을 낮춘다. 이와 같은 조절 작용은 신경계와 호르몬에 의해 이루어진다.

호르몬은 우리 몸의 특정 부위에서 분비되는 화학 물질로서, 호르몬을 분비하여 몸의 여러 부분에 신호를 전달하고 자극하여 각 기관들의 기능을 조절한다. 우리 몸에서는 100가지 이상의 호르몬들이 분비되고 있으며, 각각 고유한 조절 기능을 갖는다. 또한 거대한 오케스트라가 조화를 이루어 아름다운 음악이 연주되는 것처럼, 여러 호르몬들은 우리 몸의 상태를 균형 있게 조절한다.

스스로 해결하기

2차 성징을 발현시키는 성호르몬에는 정소에서 분비되는 테스토스테론과 난소에서 분비되는 (　　　　　) 등이 있다.

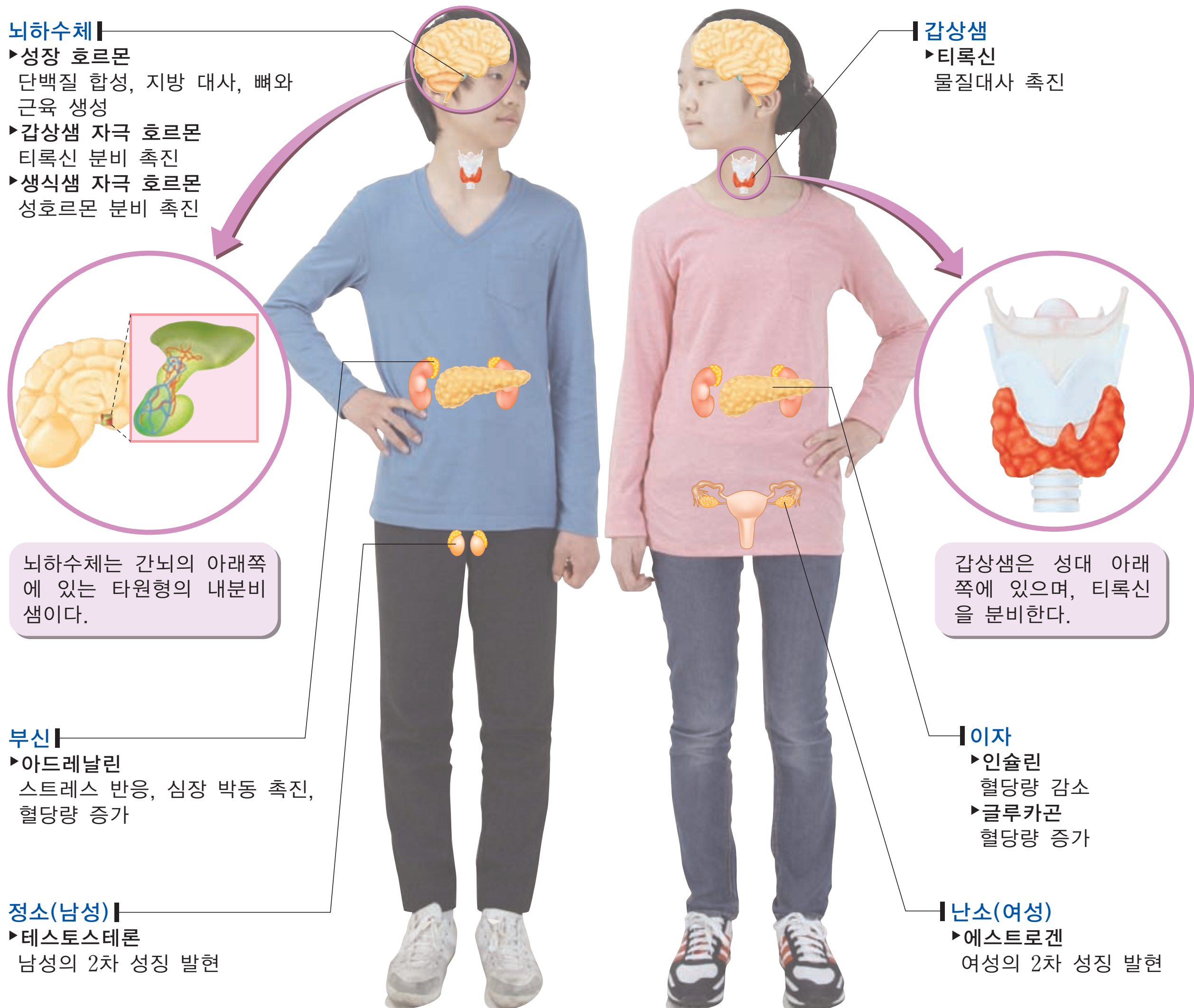


그림 Ⅶ-35 우리 몸에서 분비되는 호르몬의 종류와 하는 일

외분비샘
땀을 흘리는 것, 소화액이 분비되는 것과 같이 분비관을 통해 분비 물질을 내보내는 현상을 외분비라고 한다. 외분비는 외분비샘에서 일어나며 외분비샘에는 침샘, 땀샘, 소화샘 등이 있다.

몸에서는 분비샘에서 만들어진 여러 종류의 물질들이 분비된다. 그중에서 호르몬은 분비관이 없어 혈관으로 직접 분비된다. 호르몬이 분비되는 현상을 내분비라고 하며, 호르몬을 분비하는 곳을 **내분비샘**이라고 한다. 내분비샘에는 뇌하수체, 갑상샘, 부신, 이자, 정소, 난소 등이 있다. 혈관으로 분비된 호르몬은 혈액을 통해 온몸을 순환하다가 특정 기관에 도달하면 고유한 기능을 나타낸다. 이때 호르몬이 작용하는 기관을 **표적 기관**이라고 하는데, 호르몬을 분비하는 내분비샘과 표적 기관은 대부분 서로 다르다.

청소년기에 몸이 급격하게 자라는 이유도 뇌하수체에서 분비된 성장 호르몬이 뼈, 근육과 같은 표적 기관에 작용하여 생장을 촉진하기 때문이다. 또 청소년기 이후에 왕성하게 분비되는 성호르몬도 남녀의 서로 다른 표적 기관에 작용하기 때문에 남녀의 차이가 뚜렷해진다.

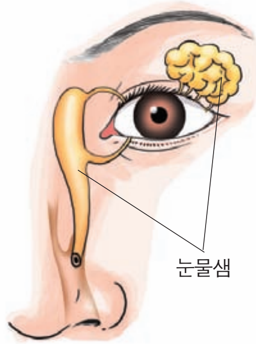


그림 Ⅶ-36 눈물샘_ 외분비샘 중 하나로, 분비관을 통해 밖으로 눈물을 분비한다.

잠깐 체크 외분비샘과 내분비샘의 차이점은 무엇인가?

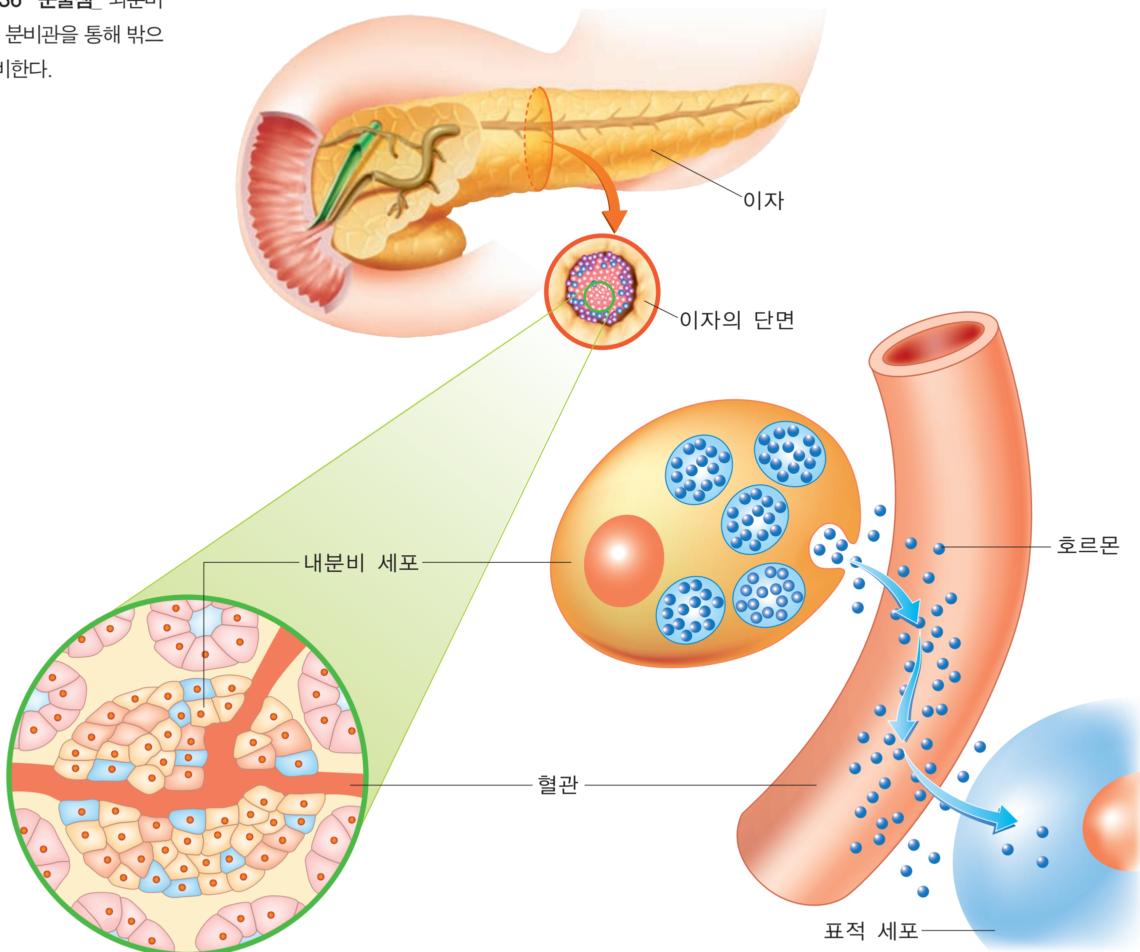


그림 Ⅶ-37 호르몬_ 내분비샘에서 분비되어 표적 기관(세포)에 작용한다.

성장 호르몬의 분비량이 부족한 경우에 인공으로 만든 성장 호르몬을 주사하면 키가 더 자랄 수도 있다. 그러나 생장판이 닫혀 있는 경우에 잘못 투여하면 많은 부작용을 초래할 수도 있다. 한편, 인슐린은 다른 동물 사이에서도 같은 기능을 나타낸다. 이런 이유 때문에 예전에는 인슐린이 부족한 환자에게 소에서 분리한 인슐린을 투여하기도 하였다.

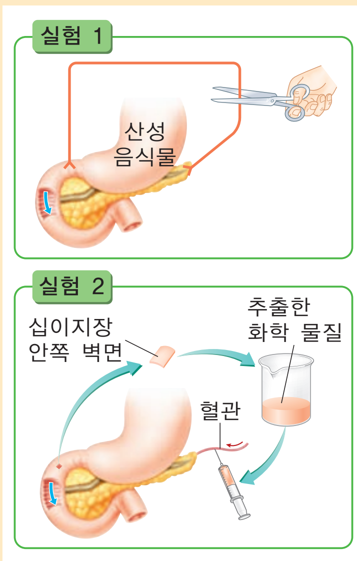


신경계와 호르몬은 우리 몸에서 정보를 전달하고 조절하는 작용을 한다. 호르몬은 신경계에 비해 작용 범위가 넓고, 성장 호르몬에 의한 생장이나 성호르몬에 의한 2차 성징과 같이 지속적이면서 느린 반응에 관여한다. 그러나 모든 호르몬이 천천히 반응을 일으키는 것은 아니다. 근육에 자극을 전달하는 아드레날린은 비교적 반응이 빠른 편이다. 아드레날린이 분비되면 평소보다 심장 박동이 빨라지고 혈당량이 증가한다. 심장 박동이 빨라지면 포도당과 산소를 근육 세포에 빨리 전달할 수 있어서 위급한 상황에서 더 신속하게 대처할 수 있게 된다.



그림 Ⅶ-38 아드레날린의 분비 스트레스 호르몬의 일종으로서, 스트레스를 받으면 뇌와 뼈대 근육 부분의 혈관을 확장시켜 근육이 스트레스에 잘 대처하도록 한다.

과학 자료실 — 호르몬의 발견



베일리스와 스탈링의 실험

호르몬은 영국의 생리학자인 베일리스(Bayliss, W. M. ; 1860~1924)와 스탈링(Starling, E. H. ; 1866~1927)에 의해 1902년 세상에 처음 알려졌다. 당시에는 몸에서 일어나는 모든 정보 전달은 신경계를 통해서만 일어난다고 알려져 있었다.

베일리스와 스탈링도 당연히 이자에서 십이지장으로 분비되는 이자액이 신경계를 통해 조절될 것이라고 생각하였다. 그래서 그들은 개의 이자에 연결된 신경을 모두 잘라 보았다. 그러나 십이지장으로 음식물이 들어오면 신경이 절단된 개에서도 이자액이 분비되었다(실험 1).

베일리스와 스탈링은 신경계와는 다른 신호 전달 체계가 있을 것으로 추측하였으며, 화학적 전달 물질에 관심을 갖기 시작하였다. 그들은 십이지장 벽에서 분비되는 화학 물질이 있을 것이라고 생각하고, 개의 십이지장 안쪽 벽면을 잘라 내어 화학 물질을 추출하였다. 이 화학 물질을 개의 혈관에 주사하였더니 음식물을 먹지 않은 개의 십이지장 벽에서도 이자액이 분비되었다(실험 2).

베일리스와 스탈링은 음식물이 십이지장을 자극하면, 화학 물질이 혈액을 통해 이자로 전달되어 이자액을 분비하는 샘을 작동시킨다고 결론을 내렸다. 두 사람은 이 화학 물질을 분비한다는 뜻의 '세크레틴'이라고 이름을 붙였다.

자기 주도 학습

개념 확인하기

❶ 우리 몸에서 호르몬을 분비하는 내분비샘의 이름을 써 보자.

❷ 아드레날린이 분비되는 장소와 하는 일을 써 보자.

생활 속 문제 해결하기

일반적으로 여자가 남자보다 신체의 발육이 빨리 시작되지만, 청소년기가 지나면 남자가 여자보다 대체로 키가 크다. 그 이유를 호르몬과 관련지어 조사해 보자.

3-2 항상성 유지



학습 목표

- 혈당량과 호르몬의 분비 조절 과정을 설명할 수 있다.
- 호르몬 이상으로 생기는 질병을 말할 수 있다.



우리 몸은 환경이 변하더라도 몸 안의 혈당량, 체온, 수분량 등을 항상 일정하게 유지하려고 하는데, 이를 항상성이라고 한다. 항상성은 어떻게 유지될까?

○월 ○일 ○요일 날씨 맑음

아빠와 오랜만에 등산을 하였다.
나는 아빠와 누가 먼저 정상에 오르는지 내기를 하며 열심히 올라갔다.
겨울이 다가와서인지 산의 공기가 약간 쌀쌀하였다.
"아, 추워." 나도 모르게 몸이 조금 떨리는 느낌이었다.
한눈을 파는 사이 아빠가 앞서 가셨다.
'내가 뒤질 수는 없지!' 빠른 걸음으로 아빠를 쫓아갔다.
심장 소리가 요란하게 들리면서 몸이 더워졌다. 이마에 땀이 송글송글 맺혔다.
아침을 조금 먹고 등산을 하니 올라가는 내내 배도 고팠다.
정상으로 가는 중간에 약수터가 나왔다. 땀을 많이 흘린 탓인지 목이 말랐다.
아빠가 시원한 약수를 건네주셨다.
"아, 이제 살 것 같다."
주변을 돌아보니 이른 아침인데도 많은 사람들이 산을 오르고 있었다.
'물을 너무 많이 마셨나?' 산을 내려오는데 화장실을 두 번이나 다녀왔다.
오랜만에 맑은 공기를 마실 수 있어서 상쾌하였다.



신경계와 호르몬에 의한 조절

사람의 혈액에는 약 0.1 %의 포도당이 포함되어 있다. 혈액 속에 포함되어 있는 포도당의 양을 **혈당량**이라고 한다. 포도당은 에너지원으로 혈액 내에서 일정한 농도로 유지되어야 한다. 혈당량은 어떻게 조절되는 것일까?

시상 하부
뇌하수체 바로 위에 있으며, 자율 신경계를 조절하는 중추이다. 체온, 삼투압, 혈당량 등을 조절하고 뇌하수체를 지배하여 뇌하수체의 호르몬 분비를 조절한다.

글리코젠
동물의 간이나 근육에 저장되어 있는 다당류이다.

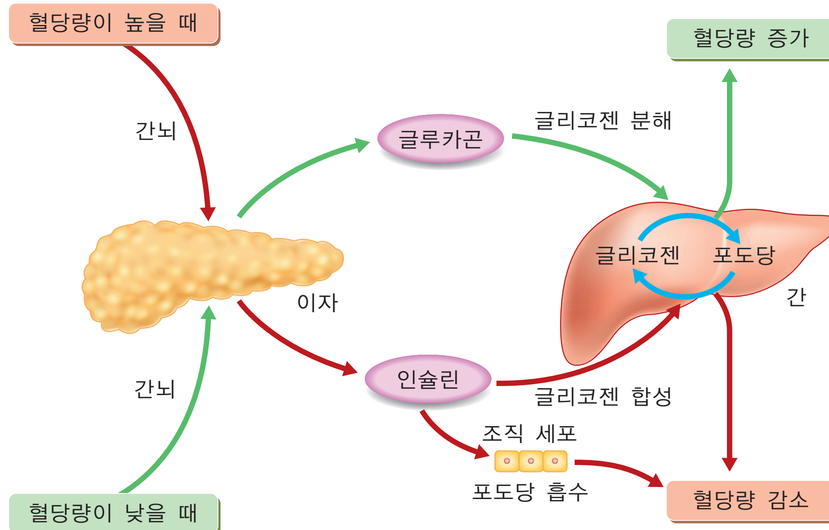


그림 Ⅶ-39 인슐린과 글루카곤에 의한 혈당량 조절

혈당량은 신경계와 호르몬의 상호 작용에 의해 조절된다.

등산과 같이 몸을 움직이는 운동을 하면 에너지원인 포도당이 소모되기 때문에 혈당량이 낮아진다. 이때 간뇌의 시상 하부가 이를 인식하면 교감 신경이 흥분하여 이자에서 글루카곤이 분비된다. 분비된 글루카곤이 간에 작용하면 글리코젠이 포도당으로 분해되어 혈액으로 공급되므로 혈당량이 다시 증가한다.

반대로 음식을 먹으면 혈당량이 올라간다. 이때 시상 하부가 부교감 신경을 흥분시켜 이자에서 인슐린이 분비된다. 인슐린은 간에 작용하여 포도당을 글리코젠으로 합성하고, 조직 세포의 포도당 흡수를 촉진시켜 혈당량을 낮춘다.

인슐린과 글루카곤은 혈당량을 서로 반대 방향으로 조절하여 혈당량을 정상으로 유지하는데, 이러한 현상을 **길항 작용**이라고 한다. 교감 신경과 부교감 신경도 서로 길항 작용을 한다.

한편, 이자에서 인슐린이 제대로 분비되지 않거나 제 기능을 하지 못하면 혈당량이 정상 수치보다 증가하게 된다. 이러한 상태가 지속되면 소변에 포도당이 섞여 나오게 되는데, 이를 **당뇨병**이라고 한다. 당뇨가 있는 사람은 지속적으로 인슐린 주사를 맞거나 식이 요법 등으로 혈당량을 조절해야 한다.



그림 Ⅶ-40 인슐린 투여 장치_ 내장된 혈당 체크기를 통해 체내에 지속적으로 인슐린을 투여하는 장치로서, 주사를 맞는 불편함을 줄여 준다.

호르몬의 분비량 조절

호르몬은 아주 적은 양으로 몸의 기능을 조절하기 때문에 분비되는 양이 많거나 적으면 몸에 이상이 생길 수 있다. 따라서 호르몬의 양은 매우 정교하게 조절되어야 한다. 호르몬이 분비되는 양은 어떻게 조절될까?

난방기가 실내 온도를 조절하는 경우를 생각해 보자. 실내 온도가 난방기의 설정 온도보다 높아지면 난방기가 자동으로 꺼져서 실내 온도가 더 이상 높아지지 않는다. 우리 몸에서도 같은 원리로 호르몬의 분비량이 조절된다.



그림 Ⅶ-41 난방기 온도 조절 장치가 있어 실내 온도를 일정하게 유지한다.

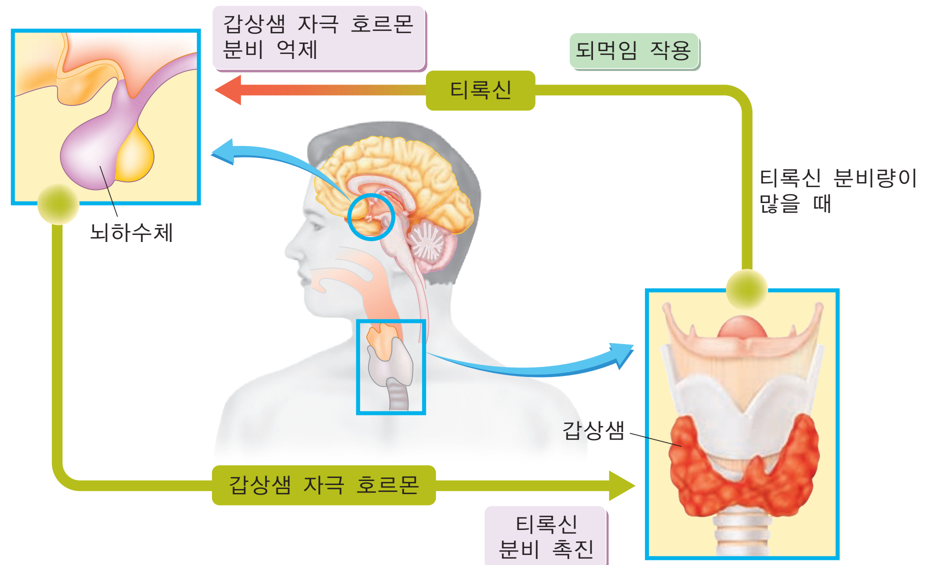


그림 Ⅶ-42 티록신의 분비량 조절 과정

갑상샘에서 분비되는 티록신은 갑상샘 자극 호르몬에 의해 분비량이 조절된다. 즉, 갑상샘 자극 호르몬이 뇌하수체에서 분비되면 갑상샘은 자극을 받아 티록신을 분비하기 시작한다. 혈액 속에 티록신의 양이 필요한 양보다 많아지면 간뇌의 시상 하부와 뇌하수체의 기능이 억제된다. 그러면 갑상샘 자극 호르몬의 분비량이 줄어들고, 그 결과 갑상샘에서 분비되는 티록신의 양이 줄어든다.

이처럼 호르몬의 양이 필요 이상으로 많거나 적어지면 호르몬의 분비를 억제하거나 촉진시켜 일정한 수준을 유지하는데, 이를 **되먹임 작용**이라고 한다.

되먹임 작용에 의해 혈액 속에 티록신의 양이 줄어들어 시상 하부와 뇌하수체의 억제 상태가 풀리면 갑상샘 자극 호르몬의 분비량이 증가하고, 그 결과 갑상샘에서 분비되는 티록신의 양은 다시 많아진다. 이런 과정을 거쳐 혈액 속의 티록신의 양은 항상 일정하게 유지된다.



잠깐 체크 혈액 속 티록신의 양이 줄어들면 분비량이 증가하는 호르몬은 무엇인가?

호르몬 분비 이상

내분비샘에 문제가 생기면 호르몬이 지나치게 많이 분비되거나 적게 분비될 수도 있다. 이러한 경우 호르몬 과다증이나 호르몬 감소증이 나타나 몸의 기능이 제대로 조절되지 않는다.

성장 호르몬은 단백질을 합성하고, 뼈와 근육의 발육을 촉진한다. 어릴 때 성장 호르몬이 지나치게 많이 분비되면 몸의 생장이 너무 빨라져 **거인증**이 되고, 부족하면 생장이 느려져 **난쟁이증**이 된다. 성인이 된 이후에도 성장 호르몬이 많이 분비되면 손이나 발, 턱이나 귀 등과 같은 말단 부분이 비정상적으로 자라는 **말단 비대증**이 된다.



그림 Ⅶ-43 말단 비대증 사람의 손(왼쪽)과 정상인의 손(오른쪽)



그림 Ⅶ-44 난쟁이증과 거인증

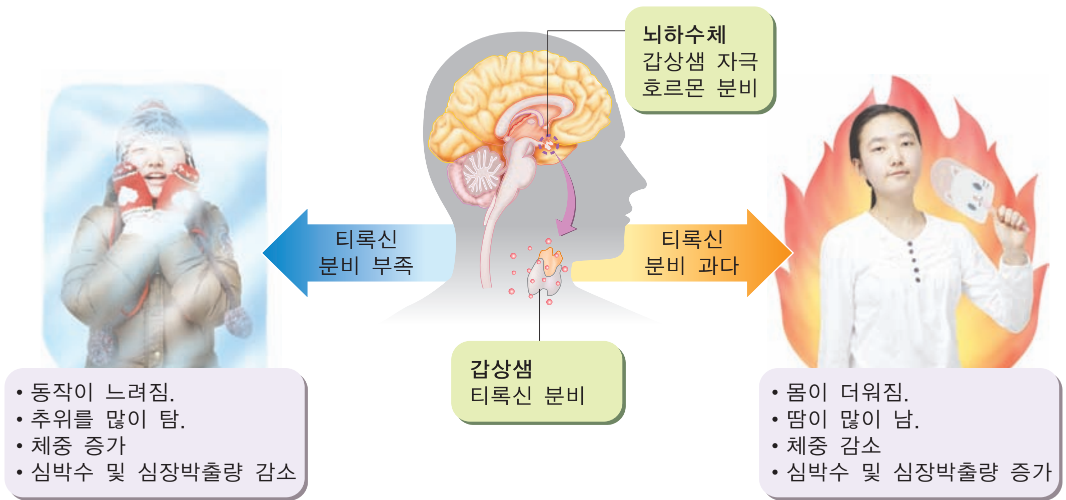
이미지 사이언스 세상에서 가장 키가 큰 사람

인류 역사상 가장 키가 큰 사람은 미국 일리노이 주 출신의 로버트 워드로(Wadlow, R. P. ; 1918~1940)이다. 그는 22세의 어린 나이에 사망했는데, 사망 당시 그의 키는 268 cm, 몸무게는 199 kg, 발 길이는 47 cm였다고 한다. 더 놀라운 것은 사망하기 전까지도 그의 키는 계속 자라고 있었다고 한다.

로버트 워드로의 키는 매우 큰 편이었지만 그의 가족은 정상적이었다. 심지어 그의 어머니는 평균 키보다 작았다고 한다. 3.85 kg의 평범한 아기로 태어난 로버트 워드로는 뇌에 이상이 생겨 뇌수술을 받았다. 그때부터 성장 호르몬이 과다 분비되기 시작하였고, 생후 4개월부터는 매우 빠른 속도로 자라기 시작하였다.

로버트 워드로의 사망 원인은 거인증이 아닌 염증 때문이었다. 오른쪽 발목에 긁힌 상처가 악화되어 염증이 심해졌고, 고열에 시달리다가 1940년에 생을 마감하였다.





▲ 그림 Ⅶ-45 갑상샘 호르몬의 분비 이상

호르몬의 분비 이상으로 유난히 추위를 많이 타거나 더위를 많이 타는 사람이 있다. 갑상샘에서 분비되는 티록신의 양이 조절되지 못하면 대사량이 지나치게 증가하거나 감소한다.

갑상샘 기능이 지나치게 왕성하여 티록신이 과다 분비되는 경우 갑상샘 항진증에 걸릴 수 있다. 반대로 갑상샘 기능이 저하되어 티록신의 분비량이 적어지는 경우 갑상샘 저하증에 걸릴 수 있다.

티록신의 성분인 아이오딘이 부족하면 갑상샘이 비정상적으로 커지는데, 이를 **갑상샘종**이라고 한다. 갑상샘종은 갑상샘 자극 호르몬이 많이 분비되어 갑상샘을 지나치게 자극하기 때문에 생긴다. 갑상샘종은 과거에 아이오딘이 많이 함유된 미역이나 다시마와 같은 해조류를 먹기 힘든 내륙 지방 사람에게서 많이 발견되었다.



▲ 그림 Ⅶ-46 갑상샘종

호르몬 결핍증은 호르몬을 투여하면 어느 정도 치료가 가능하다. 당뇨가 있는 사람에게 인슐린을 투여하는 것처럼 난쟁이증 사람에게는 성장 호르몬을, 갑상샘 저하증인 사람에게는 티록신을 투여한다.



호르몬의 과다 분비로 생기는 질병에는 어떤 것들이 있는가?

자기 주도 학습

개념 확인하기

❶ 우리 몸에서 항상성이 조절되는 예를 세 가지 말해 보자.

❷ 갑상샘 항진증이 생기는 이유는 무엇인가?

생활 속 문제 해결하기

밤에 충분히 잠을 자지 못하면 몸이 피곤할 뿐만 아니라 키가 잘 자라지 않는다. 숙면과 키는 어떤 관계가 있는지 호르몬과 관련지어 조사해 보자.

STEAM 융합

스테로이드 호르몬의 부작용

올림픽과 같이 스포츠 정신이나 아마추어리즘을 강조하는 경기에서는 엄격한 도핑 테스트를 통해 스테로이드의 복용을 규제하고 있다. 하지만 프로 경기에서는 선수들 개개인을 일일이 통제하지 않는다. 각자의 양심에 맡기는 것이다. 하지만 가끔씩 터져 나오는 약물 복용 스캔들은 스포츠를 좋아하는 사람들의 눈살을 찌푸리게 한다.

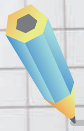
아나볼릭 스테로이드는 테스토스테론 같은 성호르몬을 합성하여 만든 호르몬이다. 이 호르몬은 남성 호르몬과 비슷한 작용을 하는데, 근육을 발달시키고 근력을 향상시킨다. 아나볼릭 스테로이드는 남성 호르몬이 부족하거나 근육이 위축되는 환자를 치료할 목적으로 개발되었다. 그러나 지금은 강한 힘을 요구하는 스포츠 현장에서 남용되고 있다. 1988년 서울 올림픽 육상 100 m 경기에서 금메달을 땄던 선수도 이 호르몬을 복용한 것으로 밝혀져 메달을 박탈당하였다.

최근에는 신체 발달을 촉진할 목적으로 일반인들도 무분별하게 사용하면서 사회적으로 큰 문제가 되고 있다. 이런 호르몬을 이용해서 효과를 보려면 오랜 시간 동안 복용해야 하기 때문에 그만큼 후유증도 심각하다.

아나볼릭 스테로이드의 부작용은 여드름에서부터 간암, 심장 마비에 이르기까지 다양하다. 특히 간과 심장, 생식 기관에 심각한 영향을 미친다. 남성의 경우는 여성화를 초래할 수 있다. 몸속에 과도한 아나볼릭 스테로이드가 들어오면 우리 몸은 남성 호르몬이 충분히 만들어진 것으로 오해하고 남성 호르몬 생산을 중단한다. 그래서 남성 호르몬이 부족해져서 여성화가 되는 것이다. 여성의 경우는 불임이 되거나 근육이 남성화되기도 한다. 그리고 마약처럼 한번 복용하면 끊기도 힘들다.

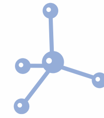
한창 생장 중인 청소년들이 스테로이드 호르몬을 사용하는 것은 매우 위험하다. 청소년기에 스테로이드를 남용하면 조기에 생장이 멈출 수 있다. 청소년기에 분비량이 증가하는 성호르몬과 성장 호르몬은 몸의 발육을 빨라지게 한다. 그러다가 호르몬 수치가 적정한 양에 도달하면 인체는 생장을 중지하라는 신호를 보내게 되고 성인이 되면 생장이 중지된다. 청소년기에 스테로이드 호르몬을 복용하면 호르몬 수치가 매우 높아진다. 따라서 생장을 중지하라는 신호가 너무 빠른 시기에 전달되기 때문에 일반적인 경우보다 생장이 빨리 멈출 수 있다.





대단원 마무리

Ⅶ. 자극과 반응


개념 정리하기

- 자극과 반응
  - 감각 기관
    - 눈
      - 공막
      - 맥락막
      - 망막
      - 빛의 양 조절–①
      - 수정체
      - 수정체 두께 조절–②
    - 귀
      - 고막
      - 귓속뼈
      - 압력 조절–③
      - 달팽이관
      - 회전 감각–④
      - 위치 감각–⑤
    - 코
    - 혀
      - 단맛, 짠맛, ⑥ 쓴맛, 감칠맛
    - 피부
      - 물리적 자극
        - ⑦
        - 압점
        - 촉점
      - 온도 변화
        - 냉점
        - ⑧
  - 호르몬
    - 되먹임 작용
    - ⑨
      - 성장 호르몬
      - 갑상샘 자극 호르몬
      - 생식샘 자극 호르몬
    - ⑩–티록신
    - 이자
      - ⑪–혈당량 증가
      - 인슐린–혈당량 감소
    - ⑫–아드레날린
    - 정소–테스토스테론
    - 난소–에스트로겐
  - 신경계
    - 뉴런
      - 감각 뉴런
      - ⑬
      - 연합 뉴런
    - ⑮
      - 뇌
        - 대뇌
        - ⑭
        - 중간뇌
        - 간뇌
        - 연수
      - 척수
    - 말초 신경계
      - 체성 신경계
      - ⑯
        - 교감 신경
        - 부교감 신경
        - 길항 작용
    - 반사
      - ⑰
      - 조건 반사

개념 적용하기



1 사진은 어떤 자극에 대한 눈의 모양 변화를 나타낸 것이다.



눈의 모양이 위 그림과 같이 변하는 경우로 옳은 것은?

① 작은 글자를 돋보기로 확대해서 보았다.
② 글씨가 잘 보이지 않아 안경을 착용하였다.
③ 영화를 보기 위해 어두운 극장으로 들어갔다.
④ 책을 읽다가 눈이 침침해서 먼 산을 바라보았다.
⑤ 움직이는 물체를 보다가 멈춰 있는 물체를 보았다.

2 비행기가 이륙하거나 착륙을 할 때에는 귀가 먹먹해지는 느낌이 든다. 이때 하품을 하거나 침을 삼키면 이러한 증상이 사라진다. 그 이유를 귀의 구조와 관련지어 설명하시오.



3 코를 막고 음식을 먹으면 음식의 맛을 잘 느끼지 못한다. 그 이유로 옳은 것은?

① 피부 감각을 느끼지 못하기 때문이다.
② 미각 신경이 피로를 느끼기 때문이다.
③ 미각 신경이 기능을 못하기 때문이다.
④ 후각 세포와 맛세포가 마비되기 때문이다.
⑤ 맛은 여러 감각에 의해 복합적으로 느껴지기 때문이다.

4 그림은 안과에서 진료를 받을 때 나누는 대화의 일부이다.



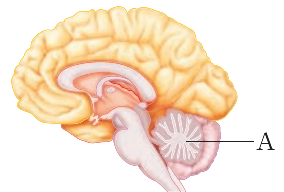
밑줄 그은 부분에 들어갈 말로 옳은 것은?

① 물체가 이중으로 보일 거예요.
② 거리감을 느끼기 어려울 거예요.
③ 글씨가 평소보다 작게 보일 거예요.
④ 물체의 색을 구분하기 힘들 거예요.
⑤ 물체의 초점을 맞추기 힘들 거예요.

5 신생아가 있는 집에서는 분유의 온도가 적당한지를 알아보기 위해서 팔에 분유를 떨어뜨려 본다. 이것은 팔에 있는 어떤 감각점을 이용하는 것인가?

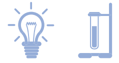


6 교통사고로 A 부위에 가벼운 손상이 있는 사람에게서 나타나는 증상으로 옳은 것은?

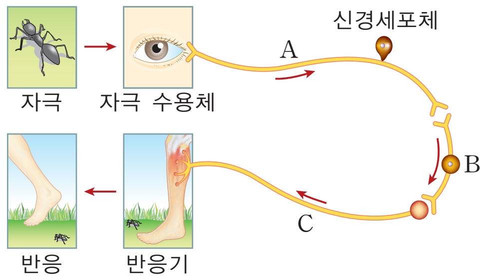


① 심장 박동과 호흡이 정지한다.
② 추위를 느끼고 몸을 자주 떤다.
③ 말을 더듬고 감정의 기복이 심하다.
④ 몸의 중심을 잡지 못하고 비틀거린다.
⑤ 눈에 전등을 비추어도 동공의 변화가 없다.

개념 적용하기



7 그림은 신경계에 의해 의식적인 반응이 일어나는 과정을 나타낸 것이다.



(1) 신경세포 A, B, C의 이름을 쓰시오.

(2) 개미를 보고 피하는 행동을 하기까지의 경로를 쓰시오.

8 그림은 고무망치로 무릎을 가볍게 쳤을 때 일어나는 반사 운동을 나타낸 것이다. 이와 같은 반응과 반사 중추가 같은 것은?



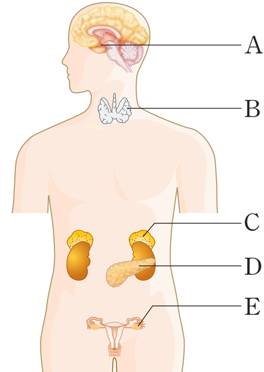
① 졸려서 하품을 하였다.
② 눈으로 먼지가 들어와 눈을 감았다.
③ 뜨거운 냄비를 잡자마자 손을 떼었다.
④ 고추를 먹다가 갑자기 딸꾹질이 나왔다.
⑤ 날아오는 공을 보고 야구 방망이로 공을 쳐냈다.

9 호르몬에 대한 설명으로 옳은 것을 〈보기〉에서 있는 대로 고르시오.

보기

ㄱ. 내분비샘에서 분비된다.
ㄴ. 분비관을 통해 혈액으로 분비된다.
ㄷ. 분비량이 많으면 저장 기관에 저장된다.
ㄹ. 미량으로 분비되어 생리 작용을 조절한다.

10 그림은 사람의 내분비샘을 나타낸 것이다.



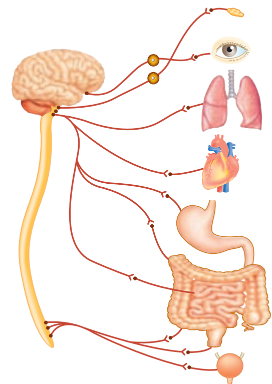
성장 호르몬이 과다 분비되어 거인증에 걸린 사람을 조사하였더니 어떤 내분비샘에 종양이 있었다. 종양이 생긴 내분비샘의 기호와 이름을 쓰시오.

11 그림은 사람의 내분비샘의 일부를 나타낸 것이다. 이곳에서 분비되는 호르몬의 작용으로 옳은 것은?



① 혈압을 상승시킨다.
② 뼈와 근육의 생장을 촉진한다.
③ 여자의 2차 성징을 발현시킨다.
④ 포도당을 글리코젠으로 합성한다.
⑤ 세포 호흡을 빠르게 하여 물질대사를 촉진한다.

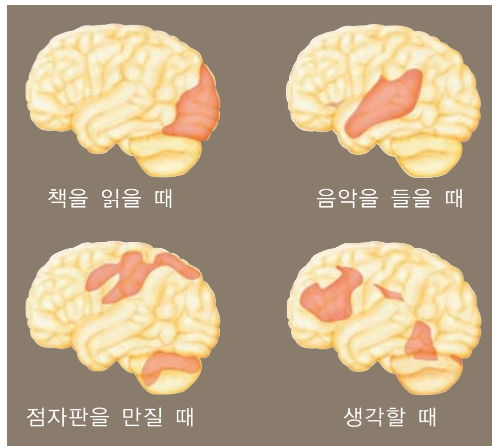
12 그림은 자율 신경계 중 부교감 신경이 작용하는 조직이나 기관을 나타낸 것이다. 부교감 신경이 조절하는 작용 네 가지를 쓰시오.



개념 응용하기

탐구력 기르기

1 양전자 단층 촬영 기술을 이용하면 여러 가지 활동을 할 때 뇌가 담당하는 부분을 알 수 있다. 그림에서 붉은색으로 표시된 부분은 뇌에서 활발하게 활동이 일어나는 곳이다.



그림을 통해 알 수 있는 사실을 한 가지만 쓰시오.

분석력 높이기

2 하루 동안 혈당량과 어떤 호르몬의 농도 변화를 나타낸 그래프이다.



이 호르몬의 이름과 작용을 설명하시오.

창의 · 인성 키우기

3 트릭 아트는 보는 사람의 시각에 착각을 일으켜 평면 그림을 입체로 보이도록 한 것이다.



우리 주변에서는 이와 같은 착시 현상을 디자인이나 건축물에 활용하기도 한다. 착시 현상이 나타나는 창의적인 그림을 그리시오.

과학 글쓰기

4 쓰레기를 태우면 내분비계의 교란을 일으키는 화학 물질인 내분비 교란 물질이 발생하기도 한다. 내분비 교란 물질에 장시간 노출되면 기형아가 태어나거나 암이 발생하는 등의 다양한 피해를 볼 수 있다.



자신이 신문 기자라고 생각하고 내분비 교란 물질의 폐해를 알리는 신문 기사를 작성하시오.





부록

- 정답과 해설
- 용어 정리와 찾아보기
- 참고 문헌과 사진 출처



정답과 해설



I 물질의 구성

잠깐 체크 13쪽

아리스토텔레스

잠깐 체크 15쪽

수소와 산소

자기 주도 학습 19쪽

개념 확인하기

원소

생활 속 문제 해결하기

예시_ • 식초: 수소, 탄소, 산소 등
• 베이킹파우더: 수소, 탄소, 산소, 나트륨 등
• 표백제: 수소, 산소, 염소, 나트륨 등
• 소독약: 수소, 산소, 아이오딘 등

잠깐 체크 21쪽

염소 – Cl, 칼슘 – Ca, 금 – Au

자기 주도 학습 25쪽

개념 확인하기

K, 불꽃 반응을 시켜 불꽃색을 관찰한다.

금속 원소는 종류에 따라 독특한 불꽃색을 나타내며, 칼륨(K)의 경우 보라색을 나타낸다.

생활 속 문제 해결하기

나트륨, Na

사람이 흘리는 땀에는 나트륨 이온이 포함되어 있어 불꽃 반응에서 노란색을 나타낸다.

개념 응용하기

불꽃 반응에서 나타나는 불꽃색은 비슷한 색을 나타내면 서로 같은 원소인지 다른 원소인지 확인하기 어렵다. 그러나 스펙트럼에서는 비슷한 색이라도 서로 다른 원소라면 스펙트럼 선의 위치, 색깔, 굵기 등이 다르게 나타나기 때문에 불꽃 반응보다는 원소를 쉽게 구별할 수 있다.

잠깐 체크 28쪽

돌턴은 원자는 더 이상 쪼갤 수 없는 입자라고 정의하였다.

잠깐 체크 30쪽

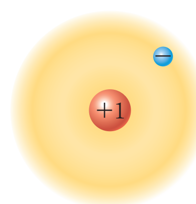
원자는 원자핵과 전자로 이루어져 있다._ 원자핵은 양성자와 중성자로 이루어져 있다.

자기 주도 학습 31쪽

개념 확인하기

원소는 물질의 성질을 나타내는 구성 성분이고, 원자는 물질을 구성하는 입자이다.

개념 응용하기



원자의 중심에는 전하가 +1인 원자핵이 있고, 그 주위를 전자 1개가 돌고 있다.

잠깐 체크 35쪽

이온

잠깐 체크 38쪽

칼륨 이온 – K^+, Br^- – 브로민화 이온

자기 주도 학습 ··· 43쪽

개념 확인하기

❶ 양이온은 원자가 전자를 잃어서 (+)전하를 띠고 있는 입자이다. 음이온은 원자가 전자를 얻어서 (−)전하를 띠고 있는 입자이다.

❷ Ca^{2+}

개념 응용하기

구분	리튬 이온	산화 이온
이온식	Li^{+}	O^{2-}
모형	+3	+8

잠깐 체크 ··· 47쪽

납 이온(Pb^{2+})과 염화 이온(Cl^{-})

자기 주도 학습 ··· 48쪽

개념 확인하기

황산 나트륨 수용액과 염화 칼슘 수용액을 섞으면 황산 이온(SO_4^{2-})과 칼슘 이온(Ca^{2+})이 결합하여 물에 잘 녹지 않는 황산 칼슘($CaSO_4$)의 흰색 앙금이 생성된다. 이를 통해 황산 이온과 칼슘 이온을 확인할 수 있다.

생활 속 문제 해결하기

칼슘 이온(Ca^{2+})과 마그네슘 이온(Mg^{2+})은 황산 이온(SO_4^{2-})에 의하여 앙금이 잘 생성된다. 따라서 황산 이온을 포함하는 황산 나트륨, 황산 칼륨 등을 지하수에 넣으면 황산 칼슘과 황산 마그네슘 앙금이 생성되어 칼슘 이온과 마그네슘 이온을 제거할 수 있다.

잠깐 체크 ··· 51쪽

염화 이온(Cl^{-})과 나트륨 이온(Na^{+})이 많이 들어 있다.

자기 주도 학습 ··· 52쪽

개념 확인하기

염화 이온(Cl^{-})

생활 속 문제 해결하기

예시_ • 천일염 속에는 나트륨 이온, 마그네슘 이온, 칼슘 이온, 칼륨 이온 등이 들어 있다.

• 치약에는 나트륨 이온과 플루오린화 이온 등이 들어 있다.

• 이온 음료에는 나트륨 이온, 칼륨 이온, 염화 이온 등이 들어 있다.

창의력 키우기

땀을 비롯한 체액은 염화 이온, 나트륨 이온, 칼륨 이온 등이 녹아 있는 용액이므로 전류가 흐르면 감전 사고가 발생한다.

대단원 마무리 ··· 54쪽

| 개념 정리하기 |

❶ 원소 ❷ 산소 ❸ 질소 ❹ 금속 ❺ C, 염소 ❻ 불꽃색 ❼ 원자 ❽ 원자핵, 전자 ❾ 음이온, 양이온 ❿ 0, +1 ⓫ 칼슘 이온 ⓬ O^{2-} ⓭ 염화 나트륨, NaCl ⓮ 염화 은, 은 이온(Ag^{+}), 염화 이온(Cl^{-}) ⓯ 철 이온(Fe^{2+})

| 개념 적용하기 |

1 답 ⑤_ ① 탈레스는 모든 물질의 근원이 되는 원소는 물이라고 하였다.
② 아리스토텔레스는 엠페도클레스와 같이 4원소설을 주장하면서 네 가지 성질이 조화를 이루어 4원소가 서로 변환된다고 주장하였다.
③ 엠페도클레스는 불, 물, 공기, 흙의 네 가지 원소가 조금씩 혼합되어 물질을 구성한다고 생각하였다.
④ 라부아지에는 실험을 통해 아리스토텔레스의 4원소설이 옳지 않음을 증명하였다.

2 답 ㄱ, ㄷ_ ㄴ. 이산화 탄소는 산소와 탄소가 결합하여 만들어진 것이므로 원소가 아니다.
ㄹ. 현재까지 알려진 원소는 110여 종류이다. 자연적으로 발견된 원소가 대부분이지만, 일부는 인공적으로 만들어진 원소도 있다.

3 답 ③_ 물질이 연소할 때에는 산소가 필요하며, 금속이 녹스는 것도 산소와 결합하는 것이다.

4 답 ⑤_ 원소 기호는 라틴 어와 그리스 어 등으로부터 유래하였으며, 현재 사용하고 있는 원소 기호는 베르셀리우스가 제안한 것이다. 한 글자로 된 원소 기호는 대문자를 사용하며, 두 글자로 된 원소 기호는 첫 글자는 대문자로 쓰고 두 번째 글자는 소문자로 나타낸다.

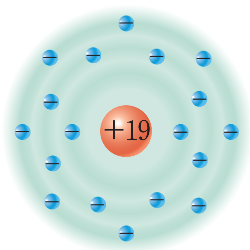
5 답 ①, ③_ 금속 원소를 불꽃 반응시키면 특유의 불꽃색을 나타낸다. 염화 구리와 질산 구리처럼 같은 금속 원소를 포함하고 있으면 서로 다른 물질이라도 같은 불꽃색을 나타낸다.

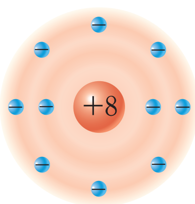
6 답 **원자**_ 원자는 물질을 이루는 입자를 의미한다.

7 답 ③_ 돌턴은 다음과 같이 여러 가지 원자 가설을 세웠다.
1. 모든 물질은 더 이상 나누어지지 않는 입자로 이루어져 있다.
2. 같은 원소의 원자들은 모양, 크기, 질량이 같고, 다른 원소의 원자들은 모양, 크기, 질량이 다르다.
3. 화학 반응에서 원자는 없어지거나 새로 생기지 않으며, 다른 종류의 원자로 바뀌지 않는다.
4. 서로 다른 원자들이 일정한 비율로 결합하여 새로운 물질을 만든다.

8 답 ㄱ, ㄷ_ ㄴ. (나)에서 만들어진 이온은 (−)전하를 띤 음이온이므로, 전류를 흘려주면 (+)극으로 이동한다.
ㄹ. (가)에서는 원자가 전자를 잃었으므로 양이온이 만들어지고, (나)에서는 원자가 전자를 얻었으므로 음이온이 만들어진다.

9 답 (가) K^+ (나) O^{2-}





원자핵의 전하가 +19인 원소는 칼륨(K)으로, 중성 원자의 경우 전자 수는 19개이다. 칼륨은 전자 1개를 잃어 전자 수가 총 18개인 칼륨 이온(K^+)이 된다.

원자핵의 전하가 +8인 원소는 산소(O)로, 중성 원자의 경우 전자 수는 8개이다. 산소는 전자 2개를 얻어 전자 수가 총 10개인 산화 이온(O^{2-})이 된다.

10 답 ①_ K^+는 칼륨 이온이라고 부른다.

11 답 **흰색 앙금 − BX_2 , 노란색 앙금 − BZ_2**
AX 수용액과 BY_2 수용액의 반응으로 생성된 흰색 앙금은 AY 또는 BX_2이다. 만약 AY라면 AZ 수용액과 BY_2 수용액의 반응으로 생성된 앙금과 같은 것이므로 색깔도 같아야 한다. 그러나 색깔이 서로 다른 앙금이므로 첫 번째 반응에서 생성된 흰색 앙금은 BX_2이다. 따라서 두 번째 반응으로 생성된 노란색 앙금은 BZ_2이다.

12 답 ②_ 사람의 혈액에는 여러 가지 이온이 존재하여 생명 유지나 생활하는 데 중요한 역할을 한다.

| 개념 응용하기 |

1) 예시_ • 손잡이, 안장: 플라스틱으로 이루어져 있으므로 탄소, 수소를 포함한다.
• 틀(프레임): 과거에는 철로 만들어졌으나, 최근에는 알루미늄으로 제작된다.
• 체인: 강철로 만들어지며, 강철은 철에 탄소를 첨가하여 만들어진 합금이다.
• 타이어: 고무로 만들어지며, 고무는 탄소, 수소 등으로 이루어진다.

2) 흰색 광채는 마그네슘의 불꽃색이고, 붉은색은 리튬이나 스트론튬, 황록색은 바륨, 청록색은 구리의 불꽃색이다.

3) (가) 원자가 쪼개지지 않는다. ⇨ 원자는 더 작은 입자인 양성자와 중성자, 전자 등으로 구성되어 있다.
(다) 같은 원소의 원자는 크기와 모양, 질량이 같으며, 다른 원소의 원자는 크기와 모양, 질량이 다르다. ⇨ 같은 원소 중에도 질량이 다른 원자가 존재한다. 이를 동위 원소라고 한다. 예 수소, 중수소, 삼중수소

4) (1) • +3의 핵전하는 리튬(Li) 원자를 의미하며, 전자가 2개이므로, 전자 1개를 잃어버린 리튬 이온(Li^+)이다.
• +9의 핵전하는 플루오린(F) 원자를 의미하며, 전자가 10개이므로 전자 1개를 얻은 플루오린화 이온(F^-)이다.
(2) 리튬 이온과 플루오린화 이온이 결합하면 플루오린화 리튬(LiF)이 생성된다.

5) 납 이온(Pb^{2+})과 같은 중금속 이온을 확인하는 방법으로 앙금생성 반응이 이용된다. 납 이온(Pb^{2+})은 황화 이온(S^{2-})과 반응하여 황화 납(PbS)의 검은색 앙금을 생성한다. 그리고 납 이온(Pb^{2+})은 황산 이온(SO_4^{2-})과 반응하여 황산 납($PbSO_4$)의 흰색 앙금을 생성한다.

6) 일반적으로 먹는 샘물은 지하수를 사용하는데, 지하수는 암반을 통과하는 동안 여러 가지 이온들이 녹아들어 간다. 따라서 먹는 샘물에는 칼슘 이온, 나트륨 이온, 칼륨 이온, 마그네슘 이온 등 여러 가지 이온이 들어 있다. 철 이온은 소량 남겨 두어도 되지만 물맛을 좋지 않게 하고, 플루오린화 이온을 첨가하여 충치 예방 효과를 얻기도 한다.

무기물질 평균함량	
칼 슘(Ca)	11.1 mg/L~33.8 mg/L
나트륨(Na)	3.7 mg/L~10.7 mg/L
칼 륨(K)	0.4 mg/L~1.5 mg/L
마그네슘(Mg)	0.8 mg/L~2.3 mg/L
불 소(F)	0.2 mg/L~1.1 mg/L

▲ 샘물의 성분

II 빛과 파동

잠깐 체크 ······ 63쪽

스스로 빛을 내는 물체를 광원이라고 하고, 광원에는 전등, 태양, 촛불 등이 있다.

잠깐 체크 ······ 64쪽

시각 세포는 색을 구별하는 원뿔 세포와 명암을 구별하는 막대 세포 두 가지가 있다.

자기 주도 학습 ······ 64쪽

개념 확인하기

눈으로 들어온 빛을 망막의 시각 세포에서 감지한다. 이 빛은 시각 세포에 의해 전기 신호로 바뀌고, 신경을 통해 뇌까지 전기 신호가 전달된다. 이 전기 신호가 뇌를 자극하면 뇌가 그 신호를 판단하여 물체를 인식하게 된다.

생활 속 문제 해결하기

두더지는 눈이 퇴화하여 물체를 볼 수 없고 눈에 빛을 비추어도 반응하지 않는다. 대신 눈 이외의 다른 감각이 매우 발달하였는데, 특히 발달한 후각을 통해 먹이를 찾는다.

과학과 생활 연관 짓기

사람의 눈으로 물체를 보는 원리를 이용하여 만든 기기로는 사진기, 비디오카메라 등이 있다.

잠깐 체크 ······ 69쪽

햇빛을 분광기로 보면 흰색 빛을 분광기로 보았을 때 나타나는 스펙트럼과 비슷하게 나타나기 때문에 햇빛을 백색광이라고도 한다.

잠깐 체크 ······ 71쪽

텔레비전 화면에서 빨간색, 초록색, 파란색 빛을 내는 가장 작은 단위의 점을 화소라고 한다.

자기 주도 학습 ······ 71쪽

개념 확인하기

빛의 합성

생활 속 문제 해결하기

노란색 천은 초록색 빛과 빨간색 빛을 반사하는데 자홍색 조명 아래에서는 빨간색 빛만 반사하므로 빨갛게 보인다.

과학과 기술 연관 짓기

텔레비전 화소 중에 빨간색 부분의 화소가 없으면 화면에서 빨간색이 포함되어 합성된 색이 나타나지 않는다. 따라서 텔레비전 화면 속의 무지개 색도 빨간색으로 합성된 색은 나타나지 않는다. 즉, 화면에는 초록색과 파란색 부분만 선명하게 나타난다.

잠깐 체크 ······ 75쪽

물체를 거울이나 렌즈를 통해 볼 때 눈에 보이는 모습을 상이라고 한다.

잠깐 체크 ········· 78쪽

빛이 물체에서 반사할 때 입사 광선과 반사 광선이 법선과 이루는 각은 항상 같다.

잠깐 체크 ········· 79쪽

평면 거울 속의 상에서 실제 빛이 나오는 것이 아니고 거울 속의 상에서 빛이 나오는 것처럼 느끼는 것이다.

잠깐 체크 ········· 82쪽

빛의 굴절

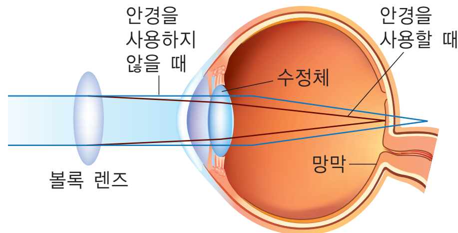
자기 주도 학습 ········· 84쪽

개념 확인하기

오목 거울과 볼록 렌즈는 물체와의 거리가 가까우면 상은 물체보다 크고 똑바로 선 모습으로 보이고, 물체와의 거리가 멀면 물체보다 작고 거꾸로 뒤집어진 모습으로 보인다.

생활 속 문제 해결하기

원시는 수정체를 통과한 빛이 망막에 상을 맺지 않고, 망막보다 뒤쪽에 맺는 시력 이상이다. 따라서 원시는 볼록 렌즈를 이용하여 물체의 상이 망막에 맺히게 하여 교정한다.



과학과 기술 연관 짓기

굴절 망원경의 대물 렌즈에는 볼록 렌즈가 쓰인다. 반사 망원경에는 반사판으로 오목 거울이 쓰인다. 굴절 망원경은 같은 크기의 반사 망원경에 비해 뚜렷한 상을 볼 수 있지만 렌즈 제작비가 많이 든다. 반사 망원경은 같은 크기의 굴절 망원경에 비해 가격이 싼 편이지만 거울 면에서 반사할 때 빛의 세기가 줄어 들어 상대적으로 빛이 적게 모이는 단점이 있다.

잠깐 체크 ········· 91쪽

파동이 진행할 때 매질은 진동하고, 매질을 통해 에너지가 전달된다.

잠깐 체크 ········· 92쪽

횡파는 파동의 진행 방향과 매질의 진동 방향이 수직이다.

자기 주도 학습 ········· 94쪽

개념 확인하기

시간에 따라 매질의 한 점이 움직인 위치를 나타낸 그래프로부터 파동의 주기, 진동수, 진폭을 알 수 있다.

응용 문제 해결하기

'속력$=\frac{\text{거리}}{\text{시간}}$' 이므로 매질의 한 점이 한 번 진동하는 데 걸리는 시간인 주기로 파장을 나누어 주면 파동의 속력을 구할 수 있다.

$$\text{파동의 속력}=\frac{\text{파장}}{\text{주기}}$$

과학과 생활 연관 짓기

바다 속에서 지진이 일어나면 지각 변동으로 해수가 상하로 진동하면서 파동이 되어 퍼져 나간다.

자기 주도 학습 ········· 100쪽

개념 확인하기

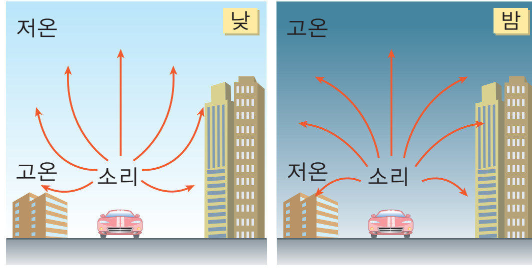
파동은 성질이 다른 경계면을 지날 때 굴절한다.

응용 문제 해결하기

'거리=속력×시간' 이므로 물속에서 음파의 속력과 어군 탐지기에서 보낸 초음파가 물고기에서 반사되어 돌아온 시간을 측정하면 어군 탐지기에서 물고기까지의 거리를 알 수 있다.

과학과 속담 연관 짓기

'낮 말은 새가 듣고, 밤 말은 쥐가 듣는다.' 라는 속담은 원래 모든 일에는 비밀이 없다는 뜻이지만, 소리가 낮에는 상공으로, 밤에는 지면으로 굴절하여 퍼진다는 과학의 원리를 적용해 볼 수 있다. 낮에는 위로 올라갈수록 기온이 낮아지고 밤에는 위로 올라갈수록 기온이 높아진다. 이에 따라 소리의 속력은 높이에 따라 달라져 굴절된다.



잠깐 체크 104쪽

소리는 물체의 진동에 의해 발생한다.

잠깐 체크 105쪽

20~20,000 Hz

잠깐 체크 107쪽

높은 소리와 낮은 소리는 음파의 진동수가 서로 다르다.

자기 주도 학습 110쪽

개념 확인하기

음원

개념 응용하기

소리의 세기가 셀수록 음파의 진폭이 커지고, 높은 소리일수록 음파의 진동수가 크다. 또 맵시가 달라지면 음파의 파형이 달라져 소리의 음색이 달라진다.

과학과 기술 연관 짓기

소리를 기계적인 진동으로 바꾸어 머리뼈를 통해 청각 신경을 자극하면 고막을 통하지 않고 소리가 직접 전달된다.

대단원 마무리 112쪽

| 개념 정리하기 |

㉠ 반사 ㉡ 빛의 3원색 ㉢ 평면 거울 ㉣ 오목 거울 ㉤ 횡파 ㉥ 가청 진동수 ㉦ 맵시 ㉧ 볼록 렌즈

| 개념 적용하기 |

1 답 ㄴ, ㄷ_ 물체를 보는 과정은 광원에서 나온 빛이 물체를 비추고, 이 빛이 물체에서 반사되어 눈으로 들어오는 것이다.

2 답 ㄱ, ㄴ, ㄷ_ 분광기로 관찰했을 때 빨간색과 파란색의 두 가지 빛으로 나뉘어져 보이므로 관찰한 빛은 자홍색이다. 자홍색은 가시광선 영역의 빨간색과 파란색 빛이 합성된 빛이다.

3 답 (1) – (나), (2) – (가), (3) – (다)_ 빛의 3원색은 빨간색, 초록색, 파란색으로, 빨간색과 초록색 빛을 합성하면 노란색 빛이, 초록색과 파란색 빛을 합성하면 청록색 빛이, 파란색과 빨간색 빛을 합성하면 자홍색 빛이 나타난다.

4 답 ㄱ, ㄴ, ㄷ_ 텔레비전이나 휴대폰, 컴퓨터에서는 화면 뒤에 광원을 놓고 광원에서 나온 빛으로 화소를 빛낸다. 전광판은 낮에도 멀리서 잘 보여야 하기 때문에 직접 빛을 내는 발광 다이오드(LED)로 화소를 대신한다.

5 답 (1) **볼록 거울**_ 눈동자에 비친 주변의 모습은 축소되어 보인다.
(2) **평면 거울**_ 잔잔한 호수에 비친 나무는 같은 크기의 모습이 호수에 반사되어 보인다.
(3) **오목 거울**_ 오목 거울에서 초점 거리보다 멀리 있는 물체는 뒤집어진 모습으로 보인다.

6 답 (1) **볼록**
(2) **마치 상에서 광선이 나오는 것처럼 보이는**_볼록 렌즈로 확대해서 보는 상은 실제로 빛이 모여서 만드는 상이 아니라 상에서 빛이 나오는 것처럼 보이는 것이다.

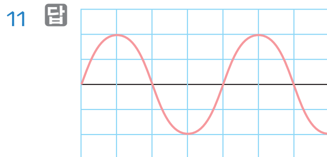
7 답 (1) **음파, 지진파의 P파**
(2) **파장**_파동이 진행할 때 같은 모습이 반복되는 구간의 길이를 파장이라고 한다. 종파의 모습으로 진행하는 용수철 파동에서 A는 빽빽한 구간 사이의 거리이므로 파장을 의미한다.

8 답 **진폭: 2 m**_ 진폭은 진동의 중심에서 가장 높거나 낮은 곳까지의 거리이므로 2 m이다.
파장: 8 m_ 파장은 마루에서 다음 마루까지의 거리로 10 m−2 m=8 m이다.
주기: 4초_ 이 파동은 1초 동안 $\frac{1}{4}$파장만큼 이동하므로 한 파장 이동하는 데 걸리는 시간인 주기는 4초이다.

9 답 ③_ 입사각과 반사각은 같으므로 반사각은 50°이다. 장애물에 부딪힌 후에도 물결파의 속력, 파장, 진동수는 변하지 않는다.

10 답 ⑤_ 물결파의 진동수는 매질이 달라지더라도 변하지 않는다. 물결파가 진행할 때 파장은 B가 A보다 짧으므로 수심은 D가 E보다 깊다.

11 답



12 답 (가) B, (나) A_ 물컵 속에 들어 있는 물의 양이 적을수록 유리컵은 빠르게 진동하므로 높은 소리가 난다.

| 개념 응용하기 |

1) 사람과 달리 닭은 빨간색, 초록색, 파란색, 자외선의 빛을 인식을 할 수 있는 네 종류의 원뿔 세포가 있다. 따라서 닭을 위한 텔레비전의 화소는 네 종류의 색을 표현할 수 있어야 한다.

2) 카메라 렌즈를 통해 들어오는 빛은 그 밝기의 정도에 따라 필름에 상을 새긴다. 이때 빛을 받는 시간을 길게 조절하면 빛이 움직이는 경로가 나타나는 사진을 찍을 수 있다.

3) 오목 거울에서 반사된 햇빛은 모두 초점에 모인다. 이때 초점 위치에 냄비를 두면 빛을 받은 냄비의 온도가 높아져 물이 끓는다.

4) 사람의 심장 박동수가 거의 일정하다는 사실을 이용하면 속력 비교가 가능하다. 예를 들어 A가 100 m만큼 달리는 동안 관찰자의 심장이 12회 뛰었고, B가 100 m만큼 달리는 동안 관찰자의 심장이 10회 뛰었다면 B가 더 빨리 달렸음을 알 수 있다.

5) 수중 음파 탐지기에서 나오는 초음파를 돌고래가 내보내는 초음파와 다른 진동수로 사용하거나 돌고래의 활동 시간을 피해 수중 음파 탐지기를 사용해야 한다.

6) 예시_ 소리, 당신도 들을 수 있습니다. 골전도 전화기로 잃어버린 소리를 찾아드립니다.

III 기권과 우리 생활

잠깐 체크 121쪽

지구에 대기가 존재할 수 있는 것은 지구의 중력 때문이다. 중력은 지표면에서 가까울수록 크고, 지표면에서 멀어질수록 작다. 따라서 대부분의 대기는 지표면 부근에 모여 있으며, 대기의 양은 위로 갈수록 급격히 감소한다.

잠깐 체크 122쪽

지구의 기권은 높이에 따른 기온 변화에 따라 네 개의 구간으로 나누는데, 아래쪽에서부터 각각 대류권, 성층권, 중간권, 열권이라고 부른다.

자기 주도 학습 122쪽

개념 확인하기

대기의 약 99 %는 질소와 산소로 이루어져 있다. 질소와 산소를 제외한 나머지 1 %의 대기는 아르곤과 이산화 탄소 등으로 구성되어 있다.

생활 속 문제 해결하기

높이 약 20~30 km 부근에 오존층이 존재하여 이곳의 오존이 태양으로부터 오는 자외선을 흡수하기 때문이다. 최근에는 인위적인 화학 물질의 배출로 남극 상공 오존층의 오존 농도가 점점 낮아지고 있는 것으로 알려졌다.

과학과 기술, 사회 연관 짓기

위성 통신에는 지구의 대기와 전리층에서 반사나 흡수되지 않는 전파를 사용하기 때문이다. 인공위성의 궤도는 보통 전리층이 있는 높이보다 훨씬 더 높다. 따라서 지상의 무선 통신 기지국과 위성이 신호를 주고받기 위해서는 무선 통신에 사용되는 전파가 전리층을 통과해야만 한다. 전리층에서 모든 파장의 전파를 반사하거나 흡수하는 것은 아니므로, 위성 통신에는 전리층과 대기권에서 흡수나 반사가 적고 비교적 파장이 짧은 마이크로파를 사용한다.

잠깐 체크 128쪽

태양의 고도가 높기 때문이다. 태양의 고도가 높을수록 지면에서 받는 태양 복사 에너지의 양은 많아진다.

자기 주도 학습 129쪽

개념 확인하기

지구의 지표면이 4 %, 대기가 26 %를 반사하여 약 30 %가 반사된다. 지구는 태양으로부터 전달된 에너지 중 70 %만 흡수한다. 이 중 50 %는 지표면에서 흡수되고, 20 %는 대기에서 흡수된다.

문제 응용하기

여름철에는 태양이 높게 뜨기 때문에 지표면과 햇빛이 이루는 각이 크다. 따라서 같은 면적이라도 각도가 작을 때보다 더 많은 양의 에너지를 받을 수 있다. 또한 여름철에는 낮의 길이가 길어지므로 지표면이 햇빛을 받는 시간이 길어진다.

지구 환경과 연관 짓기

화산재가 햇빛을 가려 지구의 기온이 낮아진다. 화산 활동이 일어나면 용암 이외에도 많은 양의 화산재나 화산진이 분출된다. 입자의 크기가 작은 화산재는 오랫동안 대기 중에 떠 있게 된다. 이러한 화산재는 태양으로부터 오는 복사 에너지를 차단하므로 대기 중에서 태양 복사 에너지에 대한 반사율이 높아지게 된다. 그 결과 지구의 기온은 낮아진다.

자기 주도 학습 135쪽

개념 확인하기

탄소는 지구계의 각 권에서 여러 가지 형태로 존재하는데, 기권에서는 이산화 탄소 형태로 존재한다.

지구 환경과 연관 짓기

사계절이 뚜렷한 온대 지방이었던 우리나라가 고온기와 저온기로 구분이 되며, 점차 아열대 기후로 변화하고 있다. 해마다 평균 기온이 상승하고 있으며, 여름철 열대야도 그 일수가 증가하고 있다. 기후 변화가 극심해지면서 태풍, 호우, 폭설 등에 따른 기상 재해 규모도 대형화되고 있으며, 건강에 악영향을 미치는 대형 황사도 2000년 이후 자주 발생하고 있다.

과학과 기술, 사회 연관 짓기

양치질할 때 컵 사용하기, 10분 이상 자리를 비울 때 컴퓨터 끄기, 겨울철 실내 온도 1°C 내리기, 에너지 효율 등급이 높은 가전제품 구입하기, 냉장고 문 여닫는 횟수 줄이기, 차 안의 불필요한 짐 줄이기, 가까운 거리는 자전거를 이용해 자동차 주행 거리 줄이기 등

잠깐 체크 140쪽

기온이 30°C이고 1 kg에 14.5 g의 수증기가 포함된 공기 A는 현재 불포화 상태이다. 이 공기가 냉각되어 기온이 20°C로 되면 포화 상태가 되며, 더 냉각되어 기온이 20°C 이하로 내려가면 수증기의 일부가 응결하여 물방울로 변한다. 10°C에서 포화 수증기량이 7.5 g/kg이므로 A의 기온이 10°C로 냉각되면 14.5 g/kg−7.5 g/kg=7 g/kg의 수증기가 응결된다.

잠깐 체크 143쪽

겨울철에는 대체로 습도가 낮아 쉽게 건조함을 느낀다. 이때 물주전자를 난로 위에 올려놓으면 주전자 안의 물이 공기 중에 수증기를 공급하여 습도를 유지할 수 있다.

잠깐 체크 145쪽

안개는 이슬점 이하로 기온이 내려가 수증기가 응결할 때 만들어진다. 맑은 날 새벽에는 밤사이에 복사 냉각에 의해 지표면 근처의 공기가 냉각되어 기온이 이슬점 이하로 잘 내려가기 때문에 안개가 잘 생긴다. 시간이 지나 기온이 이슬점 이상으로 상승하면 안개를 이루던 물 입자가 다시 수증기로 변하여 안개가 걷힌다.

잠깐 체크 146쪽

바람이 불면 지표면 부근의 공기가 위층의 공기와 잘 섞이므로 수증기로 포화되지 않아 응결하기 어렵기 때문이다.

자기 주도 학습 151쪽

개념 확인하기

건습구 습도계에서 건구와 습구 온도가 같다면 습구에서 증발이 일어나지 않으므로 공기는 수증기로 포화되어 있는 상태이다. 수증기가 포화 상태일 때의 상대 습도는 100 %이다.

생활 속 문제 해결하기

겨울철에 자동차의 실내 유리가 뿌옇게 되는 것은 수증기로 포화되어 응결이 일어나 물방울이 맺혔기 때문이다. 이것을 제거하려면 히터를 가동하여 온도를 충분히 높이거나 에어컨을 켜서 습기를 제거하면 된다.

과학과 기술, 사회 연관 짓기

인공 강우란 구름층은 형성되어 있으나 대기 중에 응결핵 또는 빙정핵이 적어 구름 방울이 빗방울로 성장하지 못할 때 인위적으로 '구름씨(Cloud seed)'를 뿌려 특정 지역에 강수를 유도하는 것이다. 구름씨로는 드라이아이스, 아이오딘화 은, 염분 입자를 이용한다.

잠깐 체크 153쪽

토리첼리 실험에서 유리관의 진공 상태인 곳에 작은 구멍을 뚫으면 이 구멍을 통해 공기가 스며들어 공기의 무게가 작용하므로 수은 기둥이 유지되지 못한다. 따라서 수은이 모두 흘러내리고 유리관에는 공기가 가득 차게 된다.

잠깐 체크 156쪽

맑은 날 해륙풍이 더 세게 분다. 맑은 날은 육지와 바다의 온도 차가 커서 기압 차가 크게 나타나기 때문이다.

잠깐 체크 158쪽

적도 근처의 따뜻한 공기가 상승하여 고층에서 고위도 쪽으로 흐르고, 고위도에서 냉각되어 무거워진 공기는 하강하여 하층에서 적도를 향해 흐른다. 하강한 공기는 적도 근처에서 다시 데워져 상승한다. 구름은 상승하는 공기가 팽창할 때 생성되므로 적도 부근에서 구름이 잘 만들어진다.

잠깐 체크 159쪽

대기 대순환이 세 개의 순환으로 나뉘는 것은 지구가 자전하기 때문이다.

자기 주도 학습 161쪽

개념 확인하기

고위도 지방은 에너지 부족이 나타나고, 저위도 지방은 에너지 과잉이 나타난다. 이러한 에너지의 불균형을 해소하기 위하여 대기 대순환이 일어난다.

문제 응용하기

아열대 고압대에서 저위도 쪽으로 부는 바람이 지구의 자전에 의해 서쪽으로 편향되어 동풍 계열의 무역풍이 불고, 아열대 고압대에서 고위도 쪽으로 부는 바람이 지구의 자전에 의해 동쪽으로 편향되어 서풍 계열의 편서풍이 분다.

생활 속 문제 해결하기

맑은 날 낮에는 주로 바다에서 육지 쪽으로 해풍이 불어오므로 연을 날리는 사람은 육지 쪽을 향하는 경우가 많을 것이다.

자기 주도 학습 174쪽

개념 확인하기

기상청에서는 각종 기상 현상으로 재해 발생의 우려가 있을 때 이를 경고하기 위해 기상 특보를 발표한다. 특보의 종류에는 주의보와 경보가 있으며, 특보를 발표하게 되는 기상 현상의 종류에는 강풍, 풍랑, 호우, 대설, 건조, 해일, 한파, 태풍, 황사, 폭염 등이 있다. 호우 관련 특보에는 호우 주의보와 호우 경보가 있으며, 경보는 주의보보다 더 광범위하고 큰 피해가 예상될 때 발표한다.

생활 속 문제 해결하기

라디오, 텔레비전, 인터넷 등을 통해 기상청의 발표 내용을 청취하고, 재난 대비 국민 행동 요령에 따라 대응한다. 예를 들어, 호우 주의보나 호우 경보 발령 시에는 저지대 및 상습 침수 지역에 거주하고 있는 사람은 대피를 준비하며, 물에 떠내려갈 위험이 있는 물건은 안전한 장소로 옮기도록 하고, 대형 공사장이나 비탈면 등은 관리인이 안전 상태를 미리 확인하도록 한다. 또한 가로등이나 신호등 및 고압선 근처에는 가까이 가지 않도록 한다.

과학과 사회 현상 연관 짓기

기온이 높아지면 더위 때문에 갈증을 느껴 탄산음료를 찾는 사람이 늘어나고, 우유나 요구르트는 변질될 위험이 높으므로 판매량이 감소한다.

대단원 마무리 176쪽

| 개념 정리하기 |

㉠ 화석 연료의 사용량 증가로 대기 중의 이산화 탄소 농도가 증가한다.
㉡ 바람에 의해 풍화와 침식 작용이 일어난다.
㉢ 지구 온난화에 의해 빙하의 면적이 감소한다.
㉣ 해수면의 온도가 상승하여 열대 저기압이 발생한다.
㉤ 바람에 의해 종자와 포자가 운반된다.
㉥ 광합성과 호흡으로 기권의 기체를 흡수하고 방출한다.

| 개념 적용하기 |

1 답 A, C

2 답 A, B_ 기상 현상이 일어나는 구간은 대류권인 A이며, 오존층이 자외선을 흡수하는 구간은 성층권인 B이다.

3 답 ②_ 지구로 입사되는 태양 복사 에너지를 100 %라고 할 때 지구의 반사율은 30 %이다.

4 답 ㄱ, ㄴ, ㄷ, ㄹ_ 태양의 고도는 지표면과 태양 광선이 이루는 각이므로 저위도로 갈수록 높고, 극으로 갈수록 낮다. 지표면의 온도는 극으로 갈수록 낮아진다. 지표면에서 흡수되는 태양 복사 에너지량은 같은 면적의 지표면에 입사되는 태양 복사 에너지량이 많은 저위도로 갈수록 커진다. 지표면에서 방출되는 지구 복사 에너지량은 지표면의 온도가 높은 저위도로 갈수록 많아진다.

5 답 ③_ 고위도보다 저위도가 태양 복사 에너지를 많이 받는 이유는 태양 광선과 지표면이 이루는 각인 태양의 고도가 높기 때문이다.

6 답 ㄱ, ㄴ, ㄷ, ㄹ_ 지구계 각 권에서 탄소의 존재 형태는 기권에서는 이산화 탄소, 수권에서는 탄산, 지권에서는 석회암, 생물권에서는 유기물이다.

7 답 C_ 상대 습도는 포화 수증기량이 많을수록, 수증기량이 적을수록 낮다. 따라서 상대 습도는 기온이 높을수록, 이슬점이 낮을수록 높다.

8 답 ④_ 과냉각 물방울 표면에서 증발한 수증기가 빙정에 달라붙어서 빙정이 커진다.

9 답 ①_ 1기압은 수은 기둥 76 cm의 압력과 거의 같으며, 지표에서 높은 곳으로 갈수록 기압이 낮아진다. 기압 차가 생기는 근본 이유는 공기의 가열과 냉각에 따른 기온 차 때문이다.

10 답 대기 대순환에 의해서 일정한 방향으로 계속 부는 바람이 해수면과 마찰을 일으켜 표층 해류가 생기므로, 표층 해류는 대기 대순환과 비슷하게 나타난다.

11 답 ㄴ, ㄹ_ 저기압 중심인 A 지점은 흐리고 비가 내리며, 한랭 전선의 뒤쪽인 B 지점은 북서풍이 불고 소나기가 내린다. C 지점은 따뜻한 기단에 속하여 기온이 높으며, 온난 전선의 앞쪽인 D 지점은 층운형 구름에서 비가 내린다.

12 답 (가) 여름철–북태평양 기단, (나) 겨울철–시베리아 기단_ 여름철에는 남고북저형 기압 배치가 되어 남쪽에 위치한 북태평양 고기압의 영향을 받으므로 무덥고 습한 날씨가 나타난다. 겨울철에는 시베리아 고기압의 확장으로 우리나라 서쪽에 고기압이 위치하여 서고동저형 기압 배치가 된다. 따라서 북서풍이 강하게 불어와 한랭 건조한 날씨가 된다.

| 개념 응용하기 |

1) (가)>(나)>(다)_ 손전등에서 나온 빛이 퍼진 면적을 비교하면 (가)<(나)<(다)이므로 같은 면적이 받는 빛의 양은 (가)>(나)>(다)이다.

2) 기온이 더 높아진 상태에서 복사 평형이 일어난다.

해설 대기 중 이산화 탄소의 농도가 증가하면 지표면에서 방출된 에너지 중 대기에서 흡수하는 양이 증가하여 대기의 온도가 높아진다. 그러나 지구 전체가 받는 태양 복사 에너지와 지구가 방출하는 지구 복사 에너지의 양은 같다. 따라서 지구의 기온이 더 높은 상태에서 복사 평형이 일어난다.

3) 저지대 침수, 환경 난민 발생, 생태계의 변화, 극지방 빙하의 융해, 기상 이변 등

4) 기온이 가장 높고, 습도가 가장 낮으며, 바람이 강한 14시이다.

해설 빨래는 습도가 낮고, 바람이 강하게 불며, 기온이 높을 때 잘 마른다.

5) 대기 대순환은 위도에 따른 온도 차이로 나타나며, 지구 자전의 영향을 받기 때문이다.

해설 온도가 높은 적도 부근의 공기는 상승하여 극 쪽으로 이동하고, 온도가 낮은 극 부근의 공기는 하강하여 적도 쪽으로 이동한다. 이때 지구 자전의 영향으로 동쪽이나 서쪽으로 편향되어 세 개의 순환이 나타난다.

6) 봄 · 가을철_ 양쯔 강 기단의 영향으로 온난하고 건조하며 야외 활동이 많아지므로, 운동 용품이나 등산 용품 등의 판매가 늘어난다.

여름철_ 북태평양 기단의 영향으로 고온 다습하며, 에어컨 등의 냉방 기기와 청량음료의 판매가 증가한다.

겨울철_ 시베리아 기단의 영향으로 한랭 건조하며, 난방 용품과 가습기 등의 판매가 증가한다.

IV 소화, 순환, 호흡, 배설

잠깐 체크 187쪽

폐: 호흡계, 방광: 배설계_ 폐는 호흡 기관으로서 기관, 코 등과 함께 호흡계를 구성하고, 방광은 배설 기관으로서 콩팥, 오줌관, 요도 등과 함께 배설계를 구성한다.

자기 주도 학습 187쪽

개념 확인하기

동물의 몸을 구성하고 있는 조직에는 상피 조직, 결합 조직, 근육 조직, 신경 조직이 있다.

응용 문제 해결하기

흥분의 전달과 기관의 작용을 조절하는 신경계, 호르몬의 분비 및 항상성 유지를 담당하는 내분비계, 근육 운동과 몸의 이동을 담당하는 운동계, 생식 세포 형성 및 수정과 발생을 담당하는 생식계가 있다.

과학과 생활 연관 짓기

간에서는 소화 작용에 관여하는 쓸개즙을 생성하여 지방의 소화를 도와주고, 이자에서는 탄수화물, 지방, 단백질을 분해하는 소화 효소뿐만 아니라 산성 음식물을 중화시키는 염기성 물질을 분비하여 소화 작용을 돕기 때문에 간과 이자를 소화 기관에 포함시킨다.

잠깐 체크 189쪽

콩기름, 참기름, 들기름, 올리브유 등

자기 주도 학습 195쪽

개념 확인하기

상온에서 고체인 동물성 지방은 동맥 경화를 유발할 수 있다.

생활 속 문제 해결하기

3대 영양소는 에너지원으로 사용하기 때문에 필요량이 많다. 이에 비해 무기 염류와 바이타민은 에너지원으로 사용되지 않기 때문에 필요량이 3대 영양소보다 적다.

과학과 생활 연관 짓기

다이어트를 통해 에너지원은 적게 섭취하고 운동을 통해 저장된 에너지를 소비하기 때문에 체중이 감소한다.

잠깐 체크 202쪽

위에서 내려온 산성 음식물은 이자액에 포함된 염기성 물질에 의해 중화되므로 십이지장이 손상되지 않는다. 만일 염기성 물질이 부족하면 산성 물질에 의해 십이지장이 손상될 수 있다.

잠깐 체크 205쪽

소장에 융털이 없다면 표면적이 작아져서 같은 시간에 흡수되는 영양소의 양이 적어질 것이다.

자기 주도 학습 205쪽

개념 확인하기

과식을 하면 포도당이 많이 흡수되며, 이 포도당의 일부는 간에서 글리코젠이나 지방으로 바뀌어 저장되기 때문에 지방간이 된다.

과학과 생활 연관 짓기

난방이나 냉방을 위한 라디에이터의 주름 구조와 수건의 돌기 구조, 식물의 뿌리털 등은 표면적을 극대화한 구조이다.

잠깐 체크 211쪽

백혈구의 수가 적으면 인체 면역력이 떨어져 바이러스나 세균 등에 쉽게 감염된다.

자기 주도 학습 211쪽

개념 확인하기

❶ 혈액의 액체 성분은 혈장이라고 하며, 혈액의 세포 성분은 혈구(적혈구, 백혈구, 혈소판)라고 한다.

❷ 출혈이 잘 멈추지 않거나 약간의 충격에도 피부에 멍이 들 수 있다.

과학과 생활 연관 짓기

대한 적십자사 혈액 관리 본부 홈페이지를 방문하여 헌혈을 홍보하는 포스터를 참고하여 제작해 보자. (http://www.bloodinfo.net)

잠깐 체크 213쪽

동맥은 다른 혈관에 비해 혈압이 높고, 혈액이 매우 빠른 속도로 이동하기 때문이다.

잠깐 체크 ········ 215쪽

혈액이 중력에 의해 아래쪽으로 역류하는 것을 방지하기 위해 다리의 정맥에 판막이 많다.

자기 주도 학습 ········ 215쪽

개념 확인하기

동맥, 모세 혈관, 정맥

응용 문제 해결하기

모세 혈관은 혈관벽이 한 겹의 세포층으로 이루어져 있고, 혈류 속도가 매우 느리기 때문이다.

과학과 건강 연관 짓기

뇌졸중의 초기 증상에는 마비와 언어 장애, 시각 장애, 현기증, 두통 등이 있다.

잠깐 체크 ········ 217쪽

심장의 판막은 좌심방과 좌심실 사이, 우심방과 우심실 사이, 좌심실과 대동맥 사이, 우심실과 폐동맥 사이에 있다. 심장에 있는 판막은 혈액이 거꾸로 흐르는 것을 방지한다.

잠깐 체크 ········ 221쪽

70 mL × 70(회) × 60(분) = 294,000 mL = 294 L

잠깐 체크 ········ 222쪽

심장 박동이 동맥을 따라 전달되기 때문이다.

자기 주도 학습 ········ 222쪽

개념 확인하기

❶ 몸 전체로 혈액을 공급하기 위해서 강한 압력을 발생시킬 수 있다.

❷ 조직 세포에 산소와 영양소를 공급하고, 조직 세포로부터 이산화 탄소와 노폐물을 받아 온다.

생활 속 문제 해결하기

운동을 하여 심실이 발달하면 몸 전체로 산소와 영양소를 충분히 공급할 수 있다. 또한 한 번에 내보내는 혈액량이 많기 때문에 심장 박동을 자주 하지 않아도 된다. 휴식을 취할 때 일반인의 심박수가 60회 이상인 반면, 마라톤 선수의 심박수는 40~45회 정도이다.

잠깐 체크 ········ 227쪽

섬모

자기 주도 학습 ········ 229쪽

개념 확인하기

❶ 코→기관→기관지→폐

❷ 표면적이 매우 넓어져서 공기 중의 산소를 효과적으로 흡수할 수 있다.

과학과 건강 연관 짓기

입으로 숨을 쉬는 것보다 코로 숨을 쉬는 것이 건강에 더 좋다. 코는 공기의 출입구 역할을 하며, 콧속에 많은 털과 점액이 있어 공기 속의 먼지와 세균 등을 걸러낼 수 있기 때문이다.

잠깐 체크 ········ 231쪽

외호흡은 폐포와 모세 혈관 사이에서 일어나는 기체 교환이고, 내호흡은 조직 세포와 모세 혈관 사이에서 일어나는 기체 교환이다.

자기 주도 학습 ········ 235쪽

개념 확인하기

공부와 같은 정신 활동이나 운동, 생장, 체온 유지 등의 다양한 생명 활동에 이용된다.

과학과 생활 연관 짓기

달리는 사람은 조직 세포에서 산소를 이용한 세포 호흡을 통해 영양소를 분해하여 에너지를 얻는다. 달리는 자동차는 연소 기관에서 산소를 이용하여 연료를 산화시켜 에너지를 얻는다.

잠깐 체크 ········ 237쪽

단백질

잠깐 체크 ········ 240쪽

물의 섭취량이 증가하고 오줌의 양이 줄어들어 몸에서 물이 빠져나가는 것을 줄인다.

자기 주도 학습 240쪽

개념 확인하기

❶ 물, 요소

❷ 여과 기능

과학과 생활 연관 짓기

❶ 오줌의 양은 감소하고 농도는 증가한다.

❷ 여름철에는 겨울철보다 땀으로 배설되는 물의 양이 많기 때문에 오줌의 양이 적다.

자기 주도 학습 243쪽

개념 확인하기

❶ 혈액_ 소화계를 통해 들어온 각종 영양소는 순환계를 통해 온몸의 세포로 운반된다. 산소는 호흡계인 폐를 통해 들어와 순환계인 혈액에 의해 온몸의 세포로 운반된다.

❷ 세포 호흡

과학과 생활 연관 짓기

42.195 km의 마라톤 코스를 완주하기 위해서는 많은 양의 에너지가 필요하다. 포도당과 근육에 저장된 글리코젠 등의 탄수화물이 먼저 사용되고, 이후에는 지방과 단백질이 사용되어 체중이 감소한다.

대단원 마무리 244쪽

| 개념 정리하기 |

[가로 열쇠 정답] ❷ 헤모글로빈 ❹ 포도당 ❻ 혈소판 ❼ 십이지장 ⓫ 횡격막 ⓮ 암죽관 ⓯ 재흡수 ⓲ 세포 호흡 ⓳ 좌심실 ⓴ 폐포 ㉑ 확산
[세로 열쇠 정답] ❶ 엿당 ❸ 빈혈 ❺ 혈장 ❽ 이자 ❾ 판막 ❿ 콩팥 ⓬ 기관계 ⓭ 필수 아미노산 ⓰ 외호흡 ⓱ 우심방

| 개념 적용하기 |

1 답 (1) ㉢ (2) ㉣ (3) ㉡ (4) ㉠ (5) ㉥ (6) ㉤

2 답 섭취량이 소비량보다 220 kcal 더 많아 체중이 증가한다.
섭취한 열량
=(75 g×4 kcal)+(80 g×4 kcal)+(200 g×9 kcal)
=2,420 kcal
즉, 섭취한 열량−소비한 열량
=2,420 kcal−2,200 kcal=220 kcal

3 답 (1) 입, 위, 십이지장_ 이로 씹는 과정, 위의 근육에 의한 소화 과정, 지방의 유화
(2) (나)_ 소화 효소에 의한 소화 과정으로 큰 영양소가 작은 영양소로 분해된다.
(3) ②, ④_ 탄수화물은 포도당으로, 단백질은 아미노산으로, 지방은 지방산과 글리세롤로 분해되어 흡수된다.

4 답 ⑤_ 혈액을 원심 분리하면 혈장과 혈구로 분리된다. A는 혈장, B는 백혈구와 혈소판, C는 적혈구이며, 혈장은 혈액 성분 중 55 %를 차지하고, 혈구는 45 %를 차지한다.

5 답 (1) A<B_ B는 간문맥으로서, 소장에 있는 융털의 모세 혈관으로 흡수된 수용성 영양소가 이동한다.
(2) C>D_ 콩팥 동맥(C)을 통해 콩팥으로 들어온 혈액은 콩팥에서 노폐물이 걸러져 깨끗한 상태로 콩팥 정맥(D)을 통해 나간다.
(3) 산소: E>F, 이산화 탄소: E<F_ 동맥(E)을 통해 모세 혈관으로 이동한 혈액은 조직 세포에 산소와 영양소를 공급하고 이산화 탄소와 노폐물을 받아 정맥(F)으로 나간다.

6 답 ④_ 갈비뼈가 올라가고 횡격막이 내려가면 흉강의 부피가 증가하고 압력이 낮아진다. 그러므로 공기가 들어오는 들숨이 나타난다.

7 답 ④_ 암모니아는 독성이 강하기 때문에 그 상태로 운반, 배설되면 세포가 손상될 수 있어서 간에서 암모니아를 독성이 약한 요소로 바꾼다.

8 답 확산_ 폐와 조직 세포에서 산소와 이산화 탄소는 모두 농도가 높은 곳에서 낮은 곳으로 확산에 의해 이동한다.

9 답 ㄷ, ㄹ_ 콩팥은 등쪽에 두 개가 있으며, 오줌관은 콩팥과 방광을 연결하고, 오줌이 이동하는 통로이다.

10 답 ②_ A는 여과된 후 재흡수되는 물질, B는 여과 · 재흡수 · 분비가 전혀 이루어지지 않는 물질, C는 여과된 후 농축되는 물질이다.

| 개념 응용하기 |

1) 지방이 적게 들어간 식단을 제공한다.
해설 쓸개는 간에서 분비된 쓸개즙을 저장하는 주머니이다. 쓸개즙은 지방을 유화시켜 라이페이스에 의한 지방 소화를 돕는 역할을 하기 때문에 쓸개를 떼어낸 사람에게는 지방이 적게 들어간 식단을 제공해야 한다.

2) 먼지 제거 솔은 여러 가닥의 섬유를 묶어 먼지가 닿는 표면적을 넓게 하여 효율적으로 먼지를 제거할 수 있다. 이와 마찬가지로 소장에는 융털이 있어 음식물이 닿는 표면적이 더 넓어져 영양소를 효율적으로 흡수할 수 있다.

3) 우리 몸은 세포로 이루어져 있고 세포의 생명 활동을 위해서는 산소와 영양소가 필요하다. 따라서 조직 세포에 필요한 산소와 영양소를 공급하고, 세포의 생명 활동 결과 생긴 이산화 탄소와 노폐물을 신속하게 배출하기 위해서는 혈액 순환이 필요하다.

4) 심장에서 멀리 떨어진 정맥은 혈압이 낮기 때문에 정맥 주위의 근육 운동을 통해 혈액을 이동시킨다. 따라서 오랜 시간 동안 움직이지 않게 되면 혈액 순환이 잘 이루어지지 않고 뇌로 공급되는 혈액량이 줄어든다. 따라서 뇌로 공급되는 산소량이 부족해져 의식을 잃을 수도 있다.

5) (1) 근육 세포는 수축에 필요한 에너지를 얻기 위해 양분과 산소를 지속적으로 공급받고 노폐물을 지속적으로 내보내야 한다. 양분 흡수를 위해 소화 기관, 기체 교환을 위해 호흡 기관, 물질의 운반을 위해 순환 기관, 노폐물의 배설을 위해 배설 기관이 동시에 활동해야 한다.
(2) 세포 호흡. 세포 호흡이 일어나기 위해서는 소화계, 호흡계, 배설계, 순환계가 유기적으로 연관되어야 한다.

V 물질의 특성

잠깐 체크 ········ 253쪽

- 한 가지 원소로 이루어진 물질: 순금 반지, 은수저, 알루미늄 박, 풍선 안의 헬륨 기체, 쇠로 된 못 등
- 화합물: 물, 설탕, 정제 소금, 비닐봉지, 드라이아이스, 황산, 포도당, 황산 구리 등

자기 주도 학습 ········ 257쪽

개념 확인하기

예시_ • 소금물: 소금, 물
• 공기: 질소, 산소, 아르곤, 이산화 탄소, 수증기 등

생활 속 문제 해결하기

예시_ • 순물질: 물, 설탕, 정제 소금, 알루미늄박 등이 있다.
• 혼합물: 식초나 식용유, 이온 음료, 스테인리스강으로 된 부엌 기구 등은 균일 혼합물, 간장, 우유, 오렌지 주스, 피자, 된장찌개 등과 같이 조리된 음식들은 불균일 혼합물이다.

과학과 기술, 사회 연관 짓기

대표적인 예로는 형상 기억 합금이 있다. 형상 기억 합금은 특정한 형태를 기억하게 하여 다른 모양으로 변형되었다가도 특정 온도에 다다르면 원래의 모양으로 되돌아가는 성질이 있다. 형상 기억 합금은 여러 분야에서 활용된다. 파이프의 이음매, 치아 교정기, 온도 조절 장치, 누전 차단기, 로봇의 관절 부위 등 산업 분야, 생활용품 분야 등에서 널리 이용되고 있다.

자기 주도 학습 ········ 261쪽

개념 확인하기

얼음의 녹는점과 물의 어는점은 0℃로 같다.

생활 속 문제 해결하기

주스는 물에 다른 물질이 들어 있는 혼합물이기 때문에 물보다 어는점이 낮다. 따라서 물이 먼저 얼고 주스가 나중에 언다.

과학과 기술, 사회 연관 짓기

열의 출입이 일어나지 않는 일정한 온도에서 기체를 서서히 압축했다가 급격히 팽창하면 온도가 낮아진다. 이와 같은 과정을 여러 번 반복하면 낮은 온도를 만들 수 있다.

잠깐 체크 266쪽

A는 녹는점이 25℃보다 낮고 끓는점은 25℃보다 높으므로 액체, B는 녹는점과 끓는점이 모두 25℃보다 높으므로 고체, C는 녹는점과 끓는점이 모두 25℃보다 낮으므로 기체로 존재한다.

자기 주도 학습 266쪽

개념 확인하기

녹는점(어는점)과 끓는점이며, 상태 변화가 일어나는 온도가 물질의 특성이 된다.

생활 속 문제 해결하기

튀김 재료에는 물이 포함되어 있다. 기름이 끓지 않아도 100℃ 이상 높은 온도의 기름 속에서는 튀김 재료에 있던 수분이 기화되어 나온다. 이때 보이는 기포 때문에 마치 기름이 끓는 것처럼 보이는 것이다.

과학과 기술, 사회 연관 짓기

에틸렌 글라이콜과 물의 혼합물인 부동액은 물보다 끓는점이 높다. 따라서 뜨거운 여름에 자동차가 달구어지더라도 물보다 기화가 잘 일어나지 않고 끓지 않아서 안전하다.

자기 주도 학습 271쪽

개념 확인하기

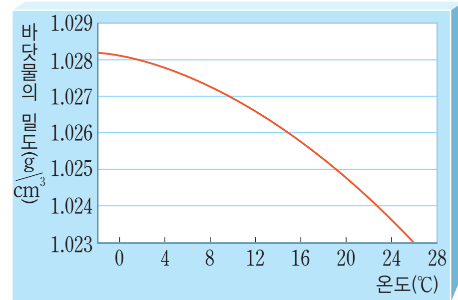
밀도

생활 속 문제 해결하기

액화 천연 가스(LNG)는 주성분이 메테인이다. 20℃에서 메테인의 밀도(0.65 g/L)는 공기의 밀도(1.21 g/L)보다 작으므로 가스를 사용하는 위치보다 위쪽에 설치한다. 액화 석유 가스(LPG)는 주성분이 프로페인과 뷰테인으로, 조성에 따라 다르지만 밀도가 1.79~2.37 g/L 로 공기의 밀도보다 크기 때문에 아래쪽에 설치한다.

과학과 기술, 사회 연관 짓기

바닷물은 기온 차 때문에 적도 지방 바닷물의 밀도는 작고, 극지방 바닷물의 밀도는 크다. 그러나 지구 온난화로 대규모의 빙하가 녹으면 바닷물의 염분이 상대적으로 낮아지면서 극지방 바닷물의 밀도가 감소할 수 있다.



온도에 따른 염분 35 ‰ 인 바닷물의 밀도 변화

잠깐 체크 275쪽

냉장고 안의 온도가 더 낮으므로 탄산음료에 녹아 있는 이산화 탄소가 느리게 빠져나온다.

자기 주도 학습 276쪽

개념 확인하기

용해도는 용매 또는 용질의 종류, 온도, 압력에 따라 달라진다. 단, 고체의 용해도는 기체와 달리 압력의 영향은 거의 없다.

창의적으로 해결하기

고추를 먹었을 때 입에서 매운 맛을 느끼는 것은 캡사이신이 입 안에 남아 있기 때문이다. 따라서 이것을 녹일 수 있는 음식물로 입 안을 씻어 주면 매운 맛을 없앨 수 있다. 물은 캡사이신을 녹이지 못하므로 기름, 즉 지방 성분을 포함한 우유를 먹는다.

과학과 생활 연관 짓기

물은 기름에 잘 녹는 것들을 녹이지 못하고, 기름은 물에 잘 녹는 것들을 녹이지 못한다. 아무리 여러 종류의 물질을 녹일 수 있다 하더라도 모든 물질을 녹일 수 있는 물질은 없다. 그러나 물에 잘 녹는 물질들과 기름에 잘 녹는 물질들의 공통적인 특성을 잘 연구하면 좀 더 많은 물질을 녹일 수 있는 물질을 개발할 수 있을 것이다.

잠깐 체크 281쪽

증류

자기 주도 학습 283쪽

개념 확인하기

분별 증류

생활 속 문제 해결하기

혼합물이 들어 있는 용기를 영하의 냉동실에 넣으면 끓는점이 높은 뷰테인이 먼저 액체가 된다. 따라서 작은 구멍을 통해 기체가 나오도록 하면 프로페인만 나올 것이다. 이것을 따로 모으면 용기에는 뷰테인만 남을 것이다.

과학과 기술, 사회 연관 짓기

병원의 실험실 등에서는 샘플을 급속히 냉동하여 세포 조직의 변화를 최대한 막을 때 사용한다. 또 제대혈 은행, 정자 은행과 같이 장기간 세포를 보관해야 할 때에도 사용한다. 자기 공명 영상(MRI) 장치에 사용하는 초전도 자석의 극저온 상태를 유지할 때에도 사용한다.

잠깐 체크 285쪽

모래와 스타이로폼 가루가 섞인 혼합물을 물에 넣으면 모래는 물보다 밀도가 커서 가라앉고, 스타이로폼 가루는 물 위에 뜬다. 이때 스타이로폼 가루를 건져내고 물을 따라 내면 모래와 스타이로폼 가루를 분리할 수 있다.

잠깐 체크 287쪽

밀도가 다르기 때문이다.

자기 주도 학습 287쪽

개념 확인하기

스포이트, 분별 깔때기

생활 속 문제 해결하기

예시_ 쇠고기를 물에 넣고 곰국을 끓일 때 나오는 기름은 물보다 밀도가 작아서 국 위에 뜨기 때문에 숟가락으로 잘 걷어내면 기름을 제거할 수 있다.

과학과 기술, 사회 연관 짓기

고체 폐기물을 분리할 때에는 폐기물을 분쇄한 후 벨트 컨베이어를 지나게 한다. 철은 자석으로 분리해 내고 벨트의 끝부분에서 밀도가 큰 폐기물은 가까이 떨어지고, 밀도가 작은 폐기물은 조금 더 멀리 나아가는 것을 이용하여 분리한다.

잠깐 체크 291쪽

재결정

자기 주도 학습 293쪽

개념 확인하기

분별 결정

생활 속 문제 해결하기

멸치를 물에 넣고 끓여 물에 녹는 성분만 얻은 것이므로 용해도 차를 이용한 추출이다.

과학과 기술, 사회 연관 짓기

휴대 전화를 수거한 후 재활용 센터로 보낸다. 재활용 센터에서는 각 부품들을 기판, 액정, 전선, 플라스틱 등으로 분해하고 선별한다. 기판은 부수어서 용해, 추출 등 여러 단계를 거쳐 금속을 종류별로 회수한다.

잠깐 체크 295쪽

혼합물의 양이 적은 경우에도 분리할 수 있으며 짧은 시간에 성분 물질의 수, 종류, 양까지도 알아낼 수 있어서 편리하다.

자기 주도 학습 296쪽

개념 확인하기

크로마토그래피

생활 속 문제 해결하기

불린 콩을 맷돌이나 믹서기로 갈면 두부가 될 성분들이 물에 녹아 나오는 추출 과정이 일어난다. 이것을 헝겊에 거르는 과정을 통해 비지와 콩물을 분리한다. 콩물을 더 끓이고 간수를 넣으면 두부가 만들어지는데, 두부는 다시 거르는 과정을 통해 물과 분리된다.

● 과학과 기술, 사회 연관 짓기

예시_ • 종이 크로마토그래피: 종이를 지지대로 한 크로마토그래피 방법으로, 식물의 색소 분리에 이용한다.
• 기체 크로마토그래피: 분석하고자 하는 물질을 고온에서 기체로 만든 후 가는 관을 통해 분리하는 방법으로, 실제 실험실에서 연구나 물질을 분석할 때 많이 이용된다.
• 고성능 액체 크로마토그래피: 기체로 만들기 어려운 여러 가지 물질의 분석에 많이 이용된다. 약, 단백질, 바이타민, 혈중 약물의 분석, 미지 물질의 순도 검사 등에 이용된다.

대단원 마무리 298쪽

| 개념 정리하기 |

[가로 열쇠 정답] ❶ 균일 혼합물 ❸ 순물질 ❺ 녹는점 ❼ 추출 ❾ 분별 깔때기 ⓫ 용해도 ⓭ 재결정 ⓯ 농도
[세로 열쇠 정답] ❷ 불균일 ❹ 혼합물 ❻ 화합물 ❽ 끓는점 ❿ 분별 결정 ⓬ 용질 ⓮ 용해 ⓰ 밀도

| 개념 적용하기 |

1 답 ⑤_ 수정은 이산화 규소가 규칙적으로 배열한 결정으로 순물질이다.

2 답 ②_ (가)는 홑원소 물질, (나)는 화합물, (다)는 균일 혼합물, (라)는 불균일 혼합물을 나타낸 것이다. 순물질은 녹는점과 끓는점 같은 물질의 특성이 일정하게 나타나지만 혼합물은 그렇지 않으며, 설탕물은 균일 혼합물이다.

3 답 ㄷ, ㅂ, ㅅ, ㅇ_ 질량, 부피, 온도, 압력은 물질의 양이나 조건에 따라 달라지며, 다른 물질들도 똑같은 값을 가질 수 있으므로 물질의 특성이 아니다.

4 답 C<D<B<A_ 밀도는 $\frac{질량}{부피}$으로 구할 수 있으며, 물질 A, B, C, D의 밀도는 다음과 같다.
A: 1.0, B: 0.5, C: 0.000002, D: 0.2

5 답 ③, ④_ 끓는점은 물질의 특성이므로 물질이 다르면 끓는점이 다르다. A와 B는 끓는점이 같으므로 같은 물질이라고 할 수 있다.

6 답 ④_ 압력을 낮추면 물이 원래의 끓는점보다 낮은 온도에서 끓는 현상이다.

7 답 뜨거운 식용유에 물이 떨어지면 물의 밀도가 식용유의 밀도보다 크기 때문에 밀도가 큰 물이 식용유 밑으로 가라앉는다. 식용유는 끓고 있지 않아도 100°C보다 온도가 높기 때문에 가라앉던 물방울은 곧 기화되어 부피가 커지고 식용유와 함께 밖으로 튀어 오른다.

8 답 ㄷ, ㄹ_ 소줏고리는 끓는점 차를 이용하여 물질을 분리하는 예이다. 보기에서 ㄱ과 ㄴ은 서로 섞이지 않는 물질이므로 밀도 차를 이용하여 분리한다.

9 답 ④_ 공기는 온도를 낮추어 액체로 만든 후 성분 물질들의 끓는점 차를 이용하여 분별 증류한다.
① 소금물은 증류하면 물만 증발하고 소금은 남는 것을 이용하여 분리한다.
② 소금은 물에 녹지만 모래는 물에 녹지 않는 성질을 이용하여 분리할 수 있다.
③ 커피 알갱이에서 물에 녹는 성분을 추출하여 음료로 마신다.
⑤ 식용유와 물은 서로 섞이지 않는 액체이므로 분별 깔때기를 사용하여 밀도 차로 분리한다.

10 답 ㄱ, ㄴ, ㄷ_ 밀도가 큰 물질이 아래층에 존재한다. 분별 깔때기의 콕을 열고 아래층의 물질을 받은 후에 입구 쪽으로 위층의 물질을 따라 내어 얻는다.

11 답 ⑤_ 크로마토그래피는 성질이 비슷한 물질들을 분리할 때 사용할 수 있다.

| 개념 응용하기 |

1) ❶ 콜라를 가열하여 이산화 탄소를 분리한다.
❷ 이산화 탄소가 제거된 콜라에 활성탄을 넣어 색소를 흡착시킨다.
❸ 적절한 용매(다이클로로메테인 등)를 이용하여 카페인을 추출해 낸다. 카페인이 녹아 있는 용매는 증발시켜 카페인만 얻어낸다.

❹ 남은 용액을 가열하여 물을 증발시켜 얻는다. 남은 용액은 여전히 여러 가지 물질의 혼합물이다.

2) 드라이아이스는 고체 상태의 이산화 탄소이다. 드라이아이스를 수조에 넣으면 승화되어 이산화 탄소 기체가 된다. 이산화 탄소는 공기보다 밀도가 크기 때문에 수조 안에 고인다. 여기에 비눗방울을 불어넣으면 공기가 들어 있는 비눗방울은 수조 안의 이산화 탄소 기체 위에 둥둥 떠다닌다. 그리고 이산화 탄소는 물에 약간 녹을 수 있어 비누 막에 녹아든다. 그러나 비눗방울 안의 기체는 주로 질소와 산소이므로 물에 대한 용해도가 매우 작아서 비누 막에 녹지 않는다. 따라서 비눗방울 밖의 이산화 탄소가 비눗방울 안으로 들어가게 되어 비눗방울의 크기가 커진다.

3) 기온이 높은 한낮에는 주유하는 동안 휘발유가 잘 증발하지만 기온이 낮은 아침에는 잘 증발하지 않아 공기를 덜 오염시킨다. 아침에는 휘발유의 밀도가 더 커서 같은 부피라고 하더라도 더 많은 양의 휘발유를 주유할 수 있으며 주유기에서 나온 후 손실되는 양도 적어서 경제적이다.

4) 예시_ 처음 가 본 석유 화학 공장은 그 규모부터 매우 커서 인상적이었다. 건물은 보이지 않고 커다란 파이프와 굴뚝들이 마을을 이루고 있는 것 같았는데, 그중에서 굴뚝처럼 생긴 것은 끓는점 차를 이용하여 원유를 분별 증류하는 탑이라고 한다. 분별 증류를 거친 후 얻은 나프타는 석유 화학 공업에 매우 중요한 물질이며, 우리가 사용하는 거의 모든 플라스틱의 기본 원료를 나프타에서 얻는다고 한다. 나프타에서 얻은 원료로부터 쌀알만한 알갱이 형태의 플라스틱을 만들고 용도에 따라 적당한 플라스틱을 골라 제품으로 만든다. 이 플라스틱 알갱이들은 종류에 따라 밀도, 녹는점, 단단한 정도가 모두 다르다. 플라스틱이라고 모두 같은 플라스틱이 아니고 플라스틱의 종류도 수십 가지가 넘는다고 한다. 플라스틱을 재활용하기 위해서는 재활용 기호에 따라 분리수거를 잘해야겠다고 결심했다.

5) (1) 가설 1. 기체의 용해도는 온도가 높을수록 작아진다. 또는 기체의 용해도는 온도가 높을수록 커진다.
가설 2. 기체의 용해도는 압력이 클수록 커진다. 또는 기체의 용해도는 압력이 클수록 작아진다.
(2) 마개의 여부와 온도에 따른 기포 발생량을 비교한다. 마개가 없는 것끼리(또는 있는 것끼리) 비교하면 온도가 높은 쪽에서 기포가 활발하게 발생할 것이다. 같은 온도에서 마개가 없는 것이 있는 것보다 기포가 활발하게 발생할 것이다.

VI 일과 에너지 전환

잠깐 체크 ······ 307쪽

탄성력이 일을 하는 경우로는 활의 줄, 컴퓨터 자판의 용수철, 스테이플러의 용수철, 빨래집게의 철사, 테니스 라켓이나 배드민턴 라켓의 줄, 번지 점프의 줄 등이 있다.

잠깐 체크 ······ 310쪽

일을 할 수 있는 능력을 에너지라고 한다.

자기 주도 학습 ······ 310쪽

개념 확인하기

일률

개념 응용하기

영수가 한 일은 가한 힘과 이동한 거리의 곱으로 구할 수 있다.

일=힘×이동 거리=20 N×1 m=20 N·m=20 J

생활 속 문제 해결하기

- 바퀴: 마찰을 줄여 많은 짐을 한 번에 옮길 수 있다.
- 경사면: 무거운 물체를 수직으로 들어 올리기 힘들 때 경사면을 설치하여 밀어 올리면 작은 힘으로 일을 할 수 있다.
- 전동 드릴을 비롯한 각종 전기 기구들: 전동기를 이용하여 사람의 힘으로 물체를 움직이는 것이 불가능하거나 많은 시간이 필요한 일을 쉽게 할 수 있다. 전기를 사용한 대부분의 기구들은 일률을 높이기 위한 것이다.
- 지레의 원리를 활용한 도구들: 펜치나 드라이버의 손잡이, 문 손잡이 등은 작은 힘으로 일할 수 있는 도구이다.

잠깐 체크 ······ 316쪽

(물체의 무게)×(받침점과 작용점 사이의 거리)=(지레를 누르는 힘)×(받침점과 힘점 사이의 거리)이므로 받침점과 작용점 사이의 거리를 x라고 하면 400 N×x=100 N×50 cm에서 x=12.5 cm이다.

잠깐 체크 ······ 317쪽

움직 도르래 한 개를 사용하여 물체를 들어 올리는 경우 줄에 작용하는 힘은 물체 무게의 $\frac{1}{2}$배이다.

자기 주도 학습 ······ 318쪽

개념 확인하기

지레, 빗면, 도르래와 같은 도구를 사용하는 이유는 같은 양의 일을 할 때 일의 일률을 높이기 위해서이다.

생활 속 문제 해결하기

여닫이문은 회전축에서 멀수록 작은 힘으로 문을 열고 닫을 수 있다. 여닫이문의 손잡이는 지레의 원리를 이용한 것이다.

과학과 기술 연관 짓기

자전거의 앞뒤 변속기는 변속 레버를 이용하여 사슬 톱니에 놓인 사슬의 위치를 바꾸어 주는 원리로 작동한다. 앞 변속기(페달이 달려 있는 부분)에는 사슬이 걸리는 톱니가 작을수록 작은 힘으로 자전거를 구동시킬 수 있으며, 뒤 변속기에는 사슬이 걸리는 톱니가 클수록 작은 힘으로 구동시킬 수 있다. 보통 오르막길을 주행할 때 앞 변속기는 작은 톱니에, 뒤 변속기는 큰 톱니에 사슬을 걸어 준다. 이렇게 하면 속도는 느리지만 작은 힘으로도 경사면을 오를 수 있다. 이 때 사슬이 회전한 거리는 길어지므로 일의 원리가 적용된다.

잠깐 체크 ······ 322쪽

질량이 4 kg인 볼링공이 3 m/s의 속력으로 운동하므로 볼링공의 운동 에너지는 $\frac{1}{2}mv^2=\frac{1}{2}\times 4\text{ kg}\times(3\text{m/s})^2=18\text{ J}$이다.

자기 주도 학습 ······ 327쪽

개념 확인하기

운동 에너지와 위치 에너지의 합을 역학적 에너지라고 한다.

응용 문제 해결하기

지구로 떨어지면서 공기와 부딪쳐 생긴 열에너지만큼 우주선의 역학적 에너지는 감소한다.

과학과 생활 연관 짓기

스카이다이버의 속력은 증가하다가 어느 순간 일정하게 유지된다. 그 이유는 스카이다이버를 당기는 중력과 같은 크기로 공기의 저항력이 위로 작용하기 때문이다.

잠깐 체크 ······ 333쪽

열에너지_ 열에너지를 이용하여 음식을 익혀 먹거나 난방 등을 할 수있다.

잠깐 체크 ······ 337쪽

연료 전지, 수소 에너지, 석탄 액화 및 가스화

자기 주도 학습 ······ 338쪽

개념 확인하기

나무를 태우면 열에너지와 빛에너지를 얻을 수 있다.

생활 속 문제 해결하기

외부에서 전기가 공급되기 어려운 지역에서는 자체적으로 전기를 생산하는 것이 좋다. 태양 전지를 이용한 태양광 발전이나 바람을 이용한 풍력 발전 등은 이러한 지역에 비교적 쉽게 활용될 수 있다.

과학과 기술 연관 짓기

태양 전지는 빛에너지를 전기 에너지로 변환시키는 장치이다. 태양 전지는 주로 반도체를 이용하는데 태양 전지에 빛을 비추면 빛에너지를 받은 전자가 반도체 내부의 전극으로 이동함에 따라 전압이 발생하는 원리를 이용한다.

잠깐 체크 ······ 341쪽

한 형태의 에너지가 다른 형태의 에너지로 바뀌는 현상을 에너지 전환이라고 한다.

자기 주도 학습 ········· 344쪽

개념 확인하기

배터리의 화학 에너지 → 전기 에너지 → 소리 에너지나 빛에너지, 역학적 에너지(진동)

생활 속 문제 해결하기

세탁기, 청소기, 선풍기 등이 있다.

과학과 기술 연관 짓기

사람의 동력으로 움직이는 장치에는 자전거, 부채, 인력거, 노 젓는 배, 손수레, 수동 펌프, 손재봉틀 등이 있다. 전기 에너지나 화석 연료를 이용하기 전에는 동물의 에너지를 이용하였으며, 그보다 더 이전에는 사람의 동력으로 거의 모든 일을 해결하였다. 예를 들어 옛날 사람들은 직접 밭을 갈았다. 이후 가축을 이용하기 시작하였고, 요즘은 트랙터나 콤바인 등과 같은 기계가 사람이나 가축의 일을 대신하고 있다.

대단원 마무리 ········· 346쪽

| 개념 정리하기 |

❶ 일 ❷ 일률 ❸ 일의 원리 ❹ 신에너지 ❺ 재생 에너지 ❻ 에너지 보존 법칙 ❼ 역학적 에너지 보존

| 개념 적용하기 |

1 답 ㄷ, ㄹ

ㄱ. 가방을 들고 서 있으면 가방은 움직이지 않으므로 일을 한 것이 아니다.

ㄴ. 무거운 바위에 힘을 작용하여 밀고 있어도 바위가 움직이지 않으므로 일을 한 것이 아니다.

ㄷ. 높은 곳에서 떨어지는 물은 중력이 작용하여 움직이고 있으므로 중력이 일을 한 것이다.

ㄹ. 활시위를 당겼다가 놓으면 탄성력이 작용하여 활을 움직이게 하므로 탄성력이 일을 한 것이다.

2 답 ⑤_ 일은 '힘×이동 거리'이므로 힘이 한 일은 $10\ \text{N}\times 5\ \text{m}=50\ \text{J}$이다.

3 답 60배_ 같은 일을 하는 데 사람이 지게차에 비하여 60배의 시간이 더 걸렸으므로 지게차의 일률은 사람의 60배이다.

4 답 도구를 사용하면 도구를 사용하지 않을 때보다 더 작은 힘으로 일을 할 수 있고 일의 효율도 높아지기 때문이다.

5 답 $\frac{1}{3}$배_ 직접 들어 올릴 때에는 물체의 무게만큼의 힘을 작용 해야 한다. 빗면을 이용하면 일의 양은 같지만 이동 거리가 3배이므로 작용해야 하는 힘의 크기는 직접 들어 올릴 때의 $\frac{1}{3}$배이다.

6 답 (1) 10 J_ 감소한 위치 에너지만큼 운동 에너지가 증가한다. 감소한 위치 에너지는 물체의 무게×낙하 거리이므로 $1\ \text{N}\times 10\ \text{m}=10\ \text{J}$이다.

(2) 공의 처음 위치 에너지와 공이 바닥에 닿는 순간의 운동 에너지는 같다.

$1\ \text{N}\times h=15\ \text{J}$

따라서 높이 h는 15 m이다.

7 답 (1) $\frac{1}{2}$배_ 역학적 에너지는 보존되므로 $E_{pA}=E_{pB}+E_{kB}=E_{kC}$이다. B지점의 높이는 A지점의 $\frac{1}{2}$배이므로 $E_{pB}=\frac{1}{2}E_{pA}$이다.

따라서 $E_{kB}=\frac{1}{2}E_{pA}=\frac{1}{2}E_{kC}$이다.

(2) 4배_ 운동 에너지는 속력의 제곱에 비례하므로 C지점에서 속력이 2배가 되면 운동 에너지는 4배가 된다. 따라서 A지점에서의 위치 에너지도 4배가 되어야 하므로 A지점의 높이는 4배가 되어야 한다.

8 답 ④_ 가스레인지에서는 가스의 연소에 의해 화학 에너지가 열에너지로 전환된다.

9 답 ㄱ, ㄴ, ㄹ_ 텔레비전을 보면 화면에서 빛이 나오고 스피커에서는 소리가 난다. 또한 텔레비전 내부의 회로에 전류가 흐르면서 저항 때문에 열이 발생한다. 그러나 텔레비전을 볼 때 전기 에너지가 화학 에너지로 전환되지는 않는다.

10 답 (나), (라)_ (가)는 화력 발전이고, (다)는 원자력 발전이다. 화석 연료나 핵 연료는 한번 쓰면 다시 재활용하기 어렵다. (나)는 수력 발전이고, (라)는 풍력 발전이다. 물의 위치 에너지나 바람의 운동 에너지는 물이나 공기의 순환에 의해 재활용이 가능하다.

11 답 **태양광 발전**_ 태양광 발전은 태양 전지를 이용하여 태양광을 직접 전기 에너지로 변환시키는 발전 방식으로 날씨의 영향을 받는다.

12 답 에너지는 전환될수록 점점 다시 쓰기 어려운 형태의 에너지로 바뀌기 때문이다. 즉, 쓸모 있는 에너지가 쓸모 없는 에너지로 바뀌기 때문에 에너지를 절약해야 한다.

| 개념 응용하기 |

1) 나사를 드라이버로 돌려서 벽과 같은 곳에 고정시킬 때 빗면의 원리가 적용된다. 즉, 나사는 못보다 더 긴 거리만큼 힘을 작용해야 하지만 못을 박을 때보다 훨씬 작은 힘이 든다.

2) 0.49 J

해설 처음 위치 에너지는 $9.8\times0.1\ kg\times2\ m=1.96\ J$이고, 충돌 후에 1.5 m만큼 올라갔을 때의 위치 에너지는 $9.8\times0.1\ kg\times1.5\ m=1.47\ J$이다. 따라서 잃어버린 역학적 에너지는 $1.96\ J-1.47\ J=0.49\ J$이다.

3) 자동차의 운행에 필요하지 않은 에너지로 전환되는 양을 최소로 해야 한다. 즉, 열에너지로 전환되는 비율을 가능한 줄여야 한다. 또한, 자동차를 설계할 때 공기 저항을 최소화하고 운행 중에는 불필요한 공회전을 하지 않아야 한다.

4) 수력 발전의 에너지원은 높은 곳에 있는 물의 위치 에너지이다. 지표면의 물이나 바닷물은 태양 에너지에 의해 증발한 뒤 비의 형태로 높은 곳에 옮겨진다.
화력 발전의 에너지원은 화석 연료이다. 화석 연료는 식물이나 동물의 유해가 오랜 세월에 걸쳐 화석화된 연료이다. 지구 상의 식물이나 동물은 태양 없이 살아갈 수 없다.

5) 신 · 재생 에너지는 환경 친화적이고 재활용이 가능하다는 장점이 있다. 하지만 시설이나 장치가 오래 되거나 고장 때문에 교체될 때에는 폐기물이 발생하며, 이 폐기물이 환경을 오염시킬 수도 있다. 따라서 신 · 재생 에너지를 사용할 때에는 장단점을 충분히 고려하고 지역의 특성과 비용에 따라 적절한 방식을 선정해야 한다.
예 우리나라는 물이 풍부하다. 따라서 언제 어디서든 물을 쉽게 구할 수 있으므로 수력 발전이 적당하다. 또 물을 전기 분해하면, 수소를 얻을 수 있으므로 수소 에너지도 유리하다.

6) 태양열 주택, 태양광 발전, 풍력 발전, 바이오 에너지 등을 사용해 에너지 자립이 가능한 주택을 그려 본다.
예



VII 자극과 반응

잠깐 체크 ········ 356쪽

빛 → 각막 → 수정체 → 유리체 → 망막(시각 세포) → 시각 신경 → 대뇌

잠깐 체크 ········ 357쪽

- 시각 세포가 없는 부분: 맹점
- 상이 가장 뚜렷하게 맺히는 부분: 황반

잠깐 체크 ········ 359쪽

수정체의 두께가 두꺼우면 상은 가까운 쪽에 맺히고, 수정체의 두께가 얇으면 상은 먼 쪽에 맺힌다.

자기 주도 학습 ········ 361쪽

개념 확인하기

❶ 섬모체가 이완되고, 수정체의 두께는 얇아진다.
❷ 근시는 수정체와 망막 사이의 거리가 정상인보다 멀거나 수정체의 두께가 지나치게 두꺼운 경우에 나타나는 눈의 이상이다.

● **과학과 의학 연관 짓기**

일반적으로 백내장 수술에 사용하는 인공 수정체는 한 군데에만 초점을 맞추어 준다. 이 때문에 먼 거리는 잘 보이게 되더라도 책을 읽는 것과 같은 근거리 작업을 하는 경우 돋보기를 착용해야 한다. 최근 많이 사용하고 있는 다초점 인공 수정체의 경우도 인공 수정체가 수축 이완 작용을 직접 하지는 못한다. 그러나 다초점 인공 수정체는 렌즈의 앞쪽 표면을 나누어 다초점화하여 멀리 있는 물체를 볼 때의 시력과 가까이 있는 물체를 볼 때의 시력의 불편함을 줄여 준다.

잠깐 체크 365쪽

중력_ 전정 기관은 몸의 기울어진 정도와 위치 변화를 감지한다.

자기 주도 학습 365쪽

● **개념 확인하기**

❶ 고막

❷ 진공 상태에서는 진동을 전달하는 매질이 없기 때문이다.

● **과학과 생활 연관 짓기**

평형석이 반고리관 안의 특정 신경세포를 자극하여 현기증이나 구역감 등을 일으킨다. 귀의 전정 기관에 있는 평형석의 일부가 반고리관 안으로 흘러 들어간 경우를 이석증이라고 한다.

잠깐 체크 368쪽

미각_ 파리는 앞다리 끝 감각털에 있는 맛세포를 통해 맛을 느낀다.

잠깐 체크 369쪽

맛세포_ 혀에는 맛세포로 이루어진 맛봉오리가 있어 맛을 감지한다.

잠깐 체크 371쪽

진동은 근육에 의해 느끼는데, 머리에는 근육이 적게 분포하여 진동을 느낄 수 없다.

자기 주도 학습 372쪽

● **개념 확인하기**

❶ 미각의 자극원은 액체 상태의 화학 물질이고, 후각의 자극원은 기체 상태의 화학 물질이다.

❷ 통증은 몸에 상처나 이상이 있음을 알리는 기능을 한다. 통점이 많기 때문에 상처를 입을 수 있는 위험한 행동을 피하게 되고, 몸이 약해졌거나 문제가 생긴 부위가 치료될 때까지 사용하지 않도록 하여 몸을 보호할 수 있다.

● **과학과 직업 연관 짓기**

뛰어난 후각과 미각이 필요한 직업에는 요리사, 제빵사, 조향사(각종 향기와 냄새를 혼합해서 새롭고 독특한 향기를 만들어 내는 직업), 소믈리에(와인을 감별하거나 관리하고 추천해 주는 직업), 바리스타(커피를 만드는 전문가), 향기 감별사, 향기 치료사 등이 있다.

잠깐 체크 379쪽

연수에서 신경이 교차되기 때문에 오른쪽 뇌는 몸의 왼쪽을 통제하고, 왼쪽 뇌는 몸의 오른쪽을 통제한다.

자기 주도 학습 381쪽

● **개념 확인하기**

❶ 중추 신경계는 연합 뉴런으로 이루어져 있다. 말초 신경계 중 체성 신경계는 감각 뉴런과 운동 뉴런으로 이루어져 있으며, 자율 신경계는 교감 신경과 부교감 신경으로 이루어져 있다.

❷ **소뇌**_ 소뇌는 팔과 다리의 균형을 유지시켜 주고 어떤 근육이 언제 움직여야 할지 지시를 내린다.

● **과학과 의학 연관 짓기**

- 식물인간은 의식이 없고 기본적인 대사 기능만 남아 있는 상태를 말한다. 대뇌 겉질의 손상으로 운동 기능이나 의식은 정지되지만 뇌줄기(간뇌, 중간뇌, 연수)는 살아 있기 때문에 호흡, 소화, 심장 박동 기능은 일어난다.
- 뇌사는 심장은 뛰고 있으나, 뇌줄기를 포함한 모든 뇌 기능이 완전히 정지되어 회복 불가능한 상태를 말한다. 스스로 호흡과 혈액 순환을 할 수 없기 때문에 인공호흡기 없이는 생명을 유지할 수 없다. 맥박과 체온은 일시적으로 유지될 뿐이다.

잠깐 체크 383쪽

대뇌

잠깐 체크 385쪽

자극(망치로 무릎을 두드림) → 감각 기관 → 감각 신경 → 척수 → 운동 신경 → 운동 기관(다리 근육) → 반응(다리를 들어 올림)

자기 주도 학습 386쪽

개념 확인하기

❶ 의식적인 반응보다 빠르게 작용하여 갑작스러운 위험으로부터 몸을 보호할 수 있다.

❷ 중간뇌, 연수, 척수

과학과 생활 연관 짓기

마취제는 수술할 때 느끼는 통증이 대뇌에 도달하는 것을 방지해 주는 약물이다. 치과에서 가장 많이 활용하고 있는 국소 마취는 마취제의 적당량을 입 안에 투여하여 신경 전달을 차단시키므로 신체의 어느 한 부분의 감각과 운동이 일시적으로 마비된다. 국소 마취제를 사용하는 경우 신경 섬유나 세포가 손상되지 않기 때문에 약물 투여를 중단하면 2~3시간 후에는 감각이 대부분 회복된다.

잠깐 체크 392쪽

- 외분비샘: 분비관을 통해 신체 내부와 피부 밖으로 분비물을 내보내는 샘이다.
- 내분비샘: 분비관 없이 호르몬을 직접 혈액 내로 분비하는 샘이다.

자기 주도 학습 393쪽

개념 확인하기

❶ 뇌하수체, 갑상샘, 이자, 부신, 정소, 난소 등

❷ 부신, 간이나 근육에 저장된 글리코젠을 포도당으로 분해하여 혈당량을 증가시키고, 심장 박동을 빠르게 하며, 혈압을 상승시킨다.

생활 속 문제 해결하기

사춘기에 접어들면서 성호르몬의 분비가 증가한다. 성호르몬은 성적인 성숙 이외에도 성장 호르몬의 분비를 촉진한다. 여자의 경우는 사춘기에 접어들면 여성 호르몬인 에스트로겐이 분비되면서 뼈가 갑자기 생장하게 된다. 남자의 경우는 성호르몬에 의한 생장이 여자보다 약간 늦다. 그러나 뼈를 튼튼하게 하는 작용은 남성 호르몬이 여성 호르몬보다 훨씬 강하기 때문에 남자의 뼈 생장은 오랜 시간 계속된다. 그 외에도 성호르몬은 성장 호르몬의 분비를 촉진하면서도 생장판의 성숙을 촉진하여 키가 더 이상 자라지 않게 하기도 한다. 따라서 남자가 여자보다 사춘기가 늦고 생장판이 닫히는 시기가 늦기 때문에 키가 더 클 수 있다.

잠깐 체크 396쪽

갑상샘 자극 호르몬

잠깐 체크 398쪽

거인증, 말단 비대증(성장 호르몬 과다 분비), 바제도병(티록신 과다 분비)

자기 주도 학습 398쪽

개념 확인하기

❶ 혈당량 조절, 체내 수분량 조절, 체온 조절 등

❷ 갑상샘 자극 호르몬이 과다 분비되어 갑상샘 기능이 지나치게 왕성해지기 때문이다.

생활 속 문제 해결하기

성장 호르몬은 대부분 잠자는 동안 뇌하수체에서 분비되며 밤 10시에서 새벽 2시 사이의 숙면 상태에서 가장 많이 분비된다. 따라서 숙면을 취하지 못하면 상대적으로 성장 호르몬 분비가 적기 때문에 또래들보다 키가 잘 자라지 않는다.

대단원 마무리 ······ 400쪽

| 개념 정리하기 |

① 홍채 ② 섬모체 ③ 귀인두관 ④ 반고리관 ⑤ 전정 기관 ⑥ 신맛 ⑦ 통점 ⑧ 온점 ⑨ 뇌하수체 ⑩ 갑상샘 ⑪ 글루카곤 ⑫ 부신 ⑬ 운동 뉴런 ⑭ 소뇌 ⑮ 중추 신경계 ⑯ 자율 신경계 ⑰ 무조건 반사

| 개념 적용하기 |

1 답 ③_ 밝은 곳에서는 홍채의 면적이 늘어나 동공이 축소되고, 어두운 곳에서는 홍채의 면적이 줄어 동공이 확대된다.

2 답 귀인두관이 순간적으로 열리면서 고막 안쪽과 바깥쪽의 압력이 서로 같아지기 때문이다.

3 답 ⑤_ 맛은 미각 이외에도 후각, 시각, 촉각 등이 조합되어 느끼는 복합적인 것이다.

4 답 ②_ 두 눈이 있기 때문에 입체감과 거리감을 느낄 수 있다.

5 답 **온점**_ 온점은 온각을 느끼는 감각점으로서, 온도가 상승하는 자극을 받아들인다.

6 답 ④_ 소뇌는 근육을 조절하여 몸의 균형을 유지하고, 미세한 동작을 조절한다.

7 답 (1) A: 감각 뉴런, B: 연합 뉴런, C: 운동 뉴런
(2) 개미를 본다. → 자극을 전달한다. → 피하겠다는 판단을 한다. → 운동 명령을 전달한다. → 다리를 움직여 피한다.

8 답 ③_ 무릎 반사의 중추는 척수이다. 척수가 조절하는 반사에는 뜨거운 물체를 만졌을 때 손을 떼는 행동, 팔꿈치 반사, 배변, 배뇨 등이 있다.

9 답 ㄱ, ㄹ_ 호르몬은 내분비샘에서 분비되는 화학 물질로서, 분비관이 없어 혈관으로 직접 방출되며, 미량으로 생리 작용을 조절한다.

10 답 A, **뇌하수체**_ 뇌하수체에서 성장 호르몬이 과다 분비되면 거인증이 된다.

11 답 ⑤_ 갑상샘에서 분비되는 호르몬인 티록신은 물질대사를 촉진한다.

12 답 동공을 축소시킨다, 심장 박동을 억제시킨다, 호흡을 느리게 한다, 소화 운동을 촉진시킨다 등

| 개념 응용하기 |

1) 뇌에서 시각, 청각, 촉각, 판단을 담당하는 영역이 서로 다르다.

2) 인슐린. 포도당을 글리코젠으로 합성하여 혈당량을 낮춰 준다.

3) 창의적으로 그림을 그려 본다.

예



4) **예시**_ 최근 세계 도처에서 동물들에게 이상한 일이 발생하고 있다. 미국 플로리다 주의 천연 습지대인 어팝카 호는 악어의 천국으로 유명했으나 최근 그 수가 급속도로 줄었다. 악어 알의 부화율이 겨우 18 %이고, 부화된 새끼들도 절반은 곧 죽었다. 또 영국의 오염된 하천에 살던 수컷 잉어에서 난자가 발견되는 현상이 보고되었다. 이러한 현상들은 오염된 화학 물질로 인한 호르몬 활동의 문제이다. 이러한 문제를 발생시킨 물질을 내분비 교란 물질이라고 한다. 이 물질은 체내를 돌아다니며 마치 호르몬과 같은 행세를 하여 생체 내부를 교란시키면서 생명체에 치명적인 손상을 준다. 따라서 이러한 내분비 교란 물질이 우리와 다음 세대에 미칠 영향에 대해 경계하고 대책을 세워야 한다.



용어 정리와 찾아보기

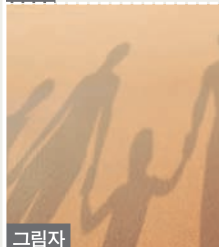



가시광선


강수


거중기


고정 도르래


관석


그림자

기권

기상 레이더 파동의 반사를 이용하여 구름의 위치와 이동 방향 등을 관측하는 기기 ● 99

기상 마케팅 기상 정보를 바탕으로 판매 전략을 수립하여 적용하는 것 ● 174

기상 재해 태풍, 호우, 폭설, 강풍, 한파 등 기상 현상으로 일어나는 큰 피해 ● 173

기압 대기의 무게에 의한 압력 ● 152

기준 끓는점 1기압 상태에서 물질의 끓는점 ● 265

끓는점 액체에서 기체로 물질의 상태가 변할 때 일정하게 유지되는 온도 ● 264

ㄴ

남동 계절풍 우리나라에서 여름철에 해양 쪽에서 대륙 쪽으로 부는 계절풍 ● 156

내호흡 조직 세포와 모세 혈관 사이에서 일어나는 산소와 이산화 탄소의 교환 ● 231

네프론 혈액에 포함된 노폐물을 걸러 내는 콩팥의 기능적 단위로서, 사구체, 보먼주머니, 세뇨관으로 이루어져 있음. ● 238

녹는점 물질이 고체에서 액체로 상태가 변할 때 일정하게 유지되는 온도 ● 260

농도 용액의 진한 정도 ● 276

뉴런 신경 계통의 구조적 · 기능적 단위 ● 376

ㄷ

단백질 생물의 몸을 구성하는 물질로서, 3대 영양소 중 하나이며, 아미노산으로 이루어져 있음. ● 190

단열 팽창 외부와 열을 주거나 받지 않고 부피가 팽창하는 것 ● 147

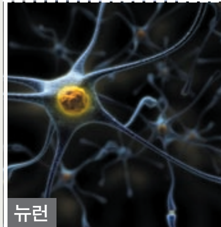
대기 지구의 표면을 둘러싸고 있는 기체 ● 120

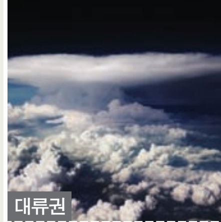
대류권 지표면에서 약 11 km 높이까지의 구간. 높이 올라갈수록 기온이 낮아짐. ● 122


기상 레이더

기상 재해(폭우)


녹는점


뉴런


대류권


렌즈


롤러코스터


망가니즈 단괴

도르래 바퀴에 끈이나 체인 등을 걸어 힘의 방향을 바꾸거나 힘의 크기를 줄이는 장치 ● 317

동맥 심실의 수축으로 밀려나온 혈액이 흐르는 혈관으로서, 혈관벽이 두껍고 탄성력이 큼. ● 212

동맥 경화 혈관 안에 콜레스테롤과 같은 지방질이 많이 쌓여 동맥의 벽이 두꺼워지고 굳어져 탄력성이 줄어드는 질환 ● 215

동위 원소 수소, 중수소, 삼중수소와 같이 원자 번호는 같으나 질량수가 다른 원소 ● 30

ㄹ

렌즈 유리와 같이 투명한 물질로 만들며, 빛을 모으거나 발산시켜 상을 맺게 하는 물체 ● 80

롤러코스터 지상보다 높은 곳에 설치된 일정한 레일 위를 달리도록 만들어진 놀이기구 ● 325

리코더 속이 빈 대롱에 구멍을 뚫어 입으로 불어서 소리를 내는 악기 ● 108

ㅁ

마루 횡파에서 매질이 가장 높이 올라온 부분 ● 93

막대 세포 어두운 빛을 감지하는 세포 ● 64

맛봉오리 척추동물에서, 미각을 맡은 꽃봉오리 모양의 기관 ● 369

망가니즈 단괴 이산화 망가니즈(MnO_2)가 주성분이고, 이 밖에도 구리(Cu), 니켈(Ni), 코발트(Co) 등의 금속이 포함되어 있는 검은색의 금속 광물 결집체 ● 49

매질 파동을 전달해 주는 물질 ● 90

맥박 심장 박동이 동맥에 전달되어 나타나는 진동 ● 222

맹점 망막에서 시각 세포가 없는 부분 ● 357

모발 습도계 머리카락의 길이가 습도에 따라 변하는 성질을 이용하여 만든 습도계 ● 142

모세 혈관 동맥과 정맥을 연결해 주는 혈관으로서, 온몸에 그물 모양으로 퍼져 있음. ● 212

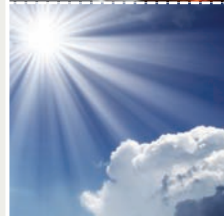
ㅂ

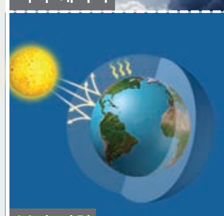

물


바람


바퀴


백열전구


복사 에너지


복사 평형


분별 깔때기


불꽃 반응

비중 4℃, 1기압에서 물의 밀도를 '1'이라고 했을 때 이와 비교한 상대값 ● 48

바이타민 생명체가 살아가는 데 중요한 역할을 하는 물질로서, 생리 기능을 조절하며 우리 몸에서는 거의 만들어지지 않으므로 반드시 식품에서 섭취하여야 함. ● 194

빗면 수평면에 대하여 일정한 각도로 기운 평면 ● 318

빙정설 온대 지방이나 한대 지방에서 구름 속의 얼음 알갱이가 떨어지면서 비나 눈이 내리는 과정을 설명하는 이론 ● 149

빛에너지 태양과 같은 광원에서 나오는 에너지로 어둠을 밝히거나 식물의 광합성 등에 사용 ● 332

빛의 굴절 빛이 한 물질에서 다른 물질로 진행할 때 진행 방향이 꺾이는 현상 ● 81

빛의 반사 물체를 비춘 빛이 물체의 표면에서 되돌아 나아가는 현상 ● 63

빛의 반사 법칙 거울에서 빛이 반사될 때 입사각과 반사각의 크기가 항상 같게 되는 현상 ● 78

빛의 3원색 빨간색, 초록색, 파란색 ● 64

빛의 직진 동일한 물질 내에서 빛이 똑바로 나아가는 현상 ● 75

빛의 합성 두 가지 이상의 색의 빛을 겹쳐 새로운 한 가지 색으로 보이게 하는 것 ● 68

ㅅ

사구체 콩팥으로 들어간 콩팥 동맥이 가지를 쳐서 가늘어진 모세 혈관이 실타래처럼 엉킨 덩어리 ● 238

사해 흘러들어오는 강물이 적고 갇혀 있어서 물의 밀도가 크기 때문에 사람이 뜨거나 소금 기둥이 생기는 호수 ● 51

상 거울이나 렌즈를 통해 물체를 볼 때 눈에 보이는 모습 ● 75

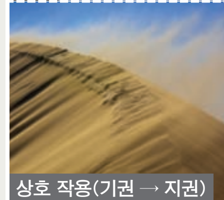

바이타민


빛의 반사(유리 창)

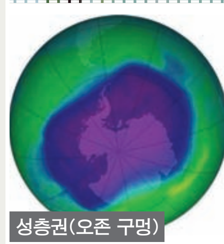

빛의 3원색


빛의 직진


사해


상호 작용(기권 → 지권)


서리


성층권(오존 구멍)

상대 습도 공기의 습한 정도. 현재 공기 중 수증기량과 포화 수증기량의 비율을 백분율(%)로 나타낸 것 ● 141

상온 보통 15~25℃를 가리키는 일상적인 온도 ● 18

상호 작용 둘 이상의 물체나 대상이 서로 영향을 주고받는 일종의 행동(작용) ● 135

서리 밤사이에 지표면이 냉각되어 기온이 0℃보다 낮아 물체의 표면에 수증기가 얼어붙은 것 ● 145

석탄 가스화 기술 석탄을 연소시켜 수소와 이산화 탄소 등의 혼합 가스를 생성하고 혼합 가스로 가스 터빈 및 증기 터빈을 구동하여 전기를 생산하는 발전 기술 ● 335

석탄 액화 기술 고체 연료인 석탄을 고온 · 고압 상태에서 용매를 사용하여 액체 연료로 전환하는 기술 ● 335

선 스펙트럼 나트륨과 같은 원소의 빛을 분광기로 관찰했을 때 특정한 색깔에 해당하는 부분에서만 밝은 선이 나타나고 다른 부분은 어둡게 나타나는 스펙트럼 ● 24

섬모체 눈 안의 수정체를 둘러싸고 있으며, 수정체의 두께 조절 ● 359

성층권 기권에서 높이가 약 11~50 km인 구간. 높이 올라갈수록 기온이 상승함. ● 122

세포 생물의 몸을 이루는 가장 기본이 되는 단위로서, 기본적으로 핵과 세포질로 이루어짐. ● 185

세포 호흡 조직 세포에서 영양소가 물과 이산화 탄소로 분해되고 생활에 필요한 에너지를 방출하는 현상 ● 231

소리 에너지 물체의 진동에 의해 발생하는 에너지 ● 333

소리의 높낮이 진동수가 클수록 높은 소리 ● 107

소리의 맵시 음원에 따라 소리의 파형이 달라짐. ● 107

소리의 세기 진폭이 클수록 센 소리 ● 107

소화 음식물 속의 영양소가 소화관을 거치는 동안에 작은 분자로 분해되는 과정 ● 197

소화 효소 음식물 속에 함유된 영양소를 화학적으로 분해하는 물질 ● 197

수력 에너지 개천이나 강, 호수 등의 물이 흐르면서 생기는 운동 에너지를 이용하여 전기 에너지를 얻는 방법 ● 336

수소 에너지 수소를 기체 상태에서 연소시킬 때 발생하는 폭발력을 기계적 운동 에너지로 변환하여 활용하거나, 수소를 분리하여 이용하는 에너지 ● 335

수용성 바이타민 바이타민 B_1, 바이타민 B_2, 바이타민 B_{12}, 바이타민 C 등과 같이 물에 잘 녹는 바이타민 ● 194

수원화성 조선 시대 정조가 그의 아버지의 묘를 수원으로 옮기면서 축조한 성 ● 312

수은 기압계 기압이 높아지면 수은 기둥의 높이는 올라가고, 기압이 낮아지면 수은 기둥의 높이는 낮아지는 원리를 이용하여 만든 기압계 ● 154

수정체 눈에서 볼록 렌즈 역할을 하여 빛을 굴절시킴. ● 359

수증기 기체 상태로 되어 있는 물 ● 121

순물질 한 종류의 물질만으로 이루어진 물질 ● 252

숨은열 물의 상태가 변할 때 흡수하거나 방출하는 열 ● 127

스카이다이빙 높은 상공에서 낙하산을 펴지 않고 낙하하다가 지상 가까이에서 낙하산을 펴서 착륙하는 스포츠 ● 307

스키 점프 스키를 타고 인공으로 만들어진 급경사면을 활강하여 내려오다가 도약대로부터 허공을 날아 착지하는 스포츠 ● 320

스펙트럼 빛을 프리즘과 같은 분광기에 통과시킬 때 나타나는 여러 가지 색의 띠 ● 24

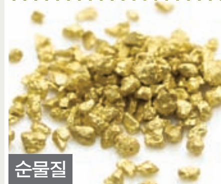
습구 온도 건습구 습도계에서 물에 젖은 헝겊으로 싼 습구 온도계에 나타난 온도 ● 142

시각 눈을 통해 빛의 자극을 받아들이는 감각 ● 355

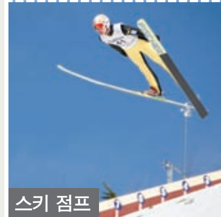
시각 세포 빛을 감지하는 세포로서, 원뿔 세포와 막대 세포로 구성됨. ● 64, 356

신기루 불안정한 대기층 등의 이유로 물체가 실제의 위치가 아닌 다른 위치에서 보이게 되는 현상 ● 82


수원화성

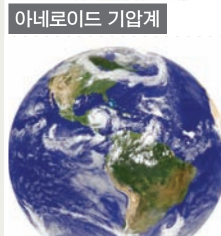

순물질


스카이다이빙


스키 점프



아네로이드 기압계


아한대 저압대


안개


양궁

신 · 재생 에너지 기존의 화석 연료를 변환시켜 이용하거나 태양, 바람, 물, 지열, 생물 유기체 등을 포함하여 재생 가능한 에너지를 변환시켜 이용하는 에너지 ● 334

실로폰 조율된 나뭇조각 음판을 음계순으로 늘어놓고 채로 쳐서 소리내는 타악기 ● 108

심방 심장에서 혈액을 받아들이는 부분 ● 217

심실 심장에서 혈액이 나가는 부분 ● 217

ㅇ

아네로이드 기압계 진공의 금속 통이 기압의 변화에 따라 수축하거나 팽창하는 원리를 이용하여 만든 기압계 ● 154

아열대 고압대 공기가 하강하면서 쌓여 기압이 높게 나타나는 위도 30° 부근의 지역 ● 159

아한대 저압대 공기가 상승하여 기압이 낮게 나타나는 위도 60° 부근의 지역 ● 159

안개 수증기를 많이 포함하고 있는 지표면 부근의 공기가 응결하여 지표 부근에 떠 있는 것 ● 145

안전 반원(가항 반원) 바람과 태풍의 진행 방향이 반대가 되어 풍속이 약한 지역. 태풍의 진행 방향의 왼쪽 지역 ● 167

앙금 서로 다른 두 수용액을 섞었을 때 물에 녹지 않고 가라앉는 물질 ● 44

양궁 서양의 활에 화살을 먹여 일정한 거리 밖에 있는 표적을 겨냥하여 맞춘 결과로 승패를 겨루는 스포츠 ● 307

양성자 원자핵에서 (+)전하를 띠고 있는 입자 ● 30

양이온 원자가 전자를 잃어 (+)전하를 띠고 있는 입자 ● 34

어는점 물질이 액체에서 고체로 상태가 변할 때 일정하게 유지되는 온도 ● 260

에너지 보존 법칙 에너지는 전환될 뿐 새로 생성되거나 소멸되지 않는다는 법칙 ● 344

에너지 전환 에너지의 형태가 한 형태에서 다른 형태로 바뀌는 것 ● 340

S파 진행 방향과 수직하게 진동하는 지진파 ● 95

LED 발광 다이오드. 전기를 흘려주면 빛을 내는 반도체 소자 ● 71

여과 콩팥 동맥에서 사구체로 들어온 혈액 성분의 일부가 사구체에서 보먼주머니로 빠져나가는 현상 ● 239

역도 중량을 가진 바벨을 머리 위까지 들어 올려 힘을 겨루는 스포츠 ● 307

역학적 에너지 운동 에너지와 위치 에너지의 합 ● 324

역학적 에너지 보존 법칙 마찰이나 공기의 저항이 없을 때 운동하고 있는 물체의 역학적 에너지가 항상 일정하게 보존되는 현상 ● 327

역학적 에너지 전환 운동 에너지가 위치 에너지로 또는 위치 에너지가 운동 에너지로 바뀌는 현상 ● 325

연금술 중세 화학자들에 의해 값싼 금속으로 값비싼 금을 만들려고 했던 원시적 화학 기술 ● 13

연료 전지 수소, 메테인, 메탄올 등의 연료가 가진 화학 에너지를 직접 전기 에너지로 변환 ● 334

연속 스펙트럼 햇빛이나 백열전등의 빛을 분광기로 관찰했을 때 빨간색에서 보라색까지 여러 가지 색깔이 연속적으로 나타나는 스펙트럼 ● 24

열권 기권에서 높이가 약 80 km 이상의 구간. 공기가 매우 희박하므로 밤과 낮의 온도 차이가 큼. ● 122

열대 저기압 열대 지방의 바다 위에서 발생하는 저기압 ● 166

열에너지 물질의 온도를 높이는 데 필요한 에너지 ● 333

영양소 생장을 촉진하고 생리적 과정에 필요한 에너지를 공급하는 영양분이 있는 물질 ● 188

예상 일기도 일정한 시간 간격으로 작성된 일기도를 비교 · 분석하여 일기 변화의 경향과 규칙성을 찾아내고, 이를 토대로 작성한 일기도 ● 169

오로라 고위도 지방의 100 km 이상의 고공에 나타나는 방전 현상 ● 122

오목 거울 반사면이 오목한 거울 ● 77

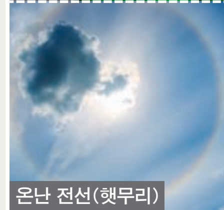
오목 렌즈 중앙 부분이 가장자리보다 얇아 오목한 형태를 띠는 렌즈 ● 81


역도


연속 스펙트럼


영양소


오로라


온난 전선(햇무리)


온실 기체


용해


운동 에너지(요트)

오존층 기권에서 높이 약 20~30 km 부근에 오존 기체가 많이 모여 있는 구간. 태양으로부터 오는 유해한 자외선을 차단하여 지구의 생명체를 보호하는 역할을 한다. ● 123

온난 전선 따뜻한 기단이 차가운 기단 쪽으로 이동하면서 차가운 기단 위로 타고 올라갈 때 형성되는 전선 ● 164

온대 저기압 저기압 중 온대 지방에서 발생한 저기압 ● 166

온도 차 발전 해저층과 해수 표면층의 온도 차에 의해 발생하는 열에너지를 이용하여 전기 에너지를 얻는 방법 ● 336

온실기체 기권에서 온실 효과를 일으키는 기체로서, 수증기, 이산화 탄소, 메테인, 아산화 질소, 프레온 등이 있음. ● 133

온실 효과 대기 중의 이산화 탄소, 오존 등이 지표에서 우주 공간으로 향하는 열을 흡수하여 지표의 온도를 비교적 높게 유지하는 작용 ● 121, 132

외호흡 폐포와 폐포를 둘러싼 모세 혈관 사이에서 일어나는 산소와 이산화 탄소의 교환 ● 231

요소 사람의 몸에서 단백질 분해 산물인 암모니아가 독성이 적은 형태로 바뀐 것 ● 237

용매 용액에서 용질을 녹이는 물질 ● 272

용액 서로 다른 두 물질이 고르게 섞여 있는 균일 혼합물 ● 272

용질 용액에서 다른 물질에 녹는 물질 ● 272

용해 한 물질이 다른 물질에 녹아 고르게 섞이는 현상 ● 272

용해도 일정한 온도에서 100 g의 용매에 최대로 녹을 수 있는 용질의 질량 ● 274

운동 에너지 운동하는 물체가 가지는 에너지 ● 321

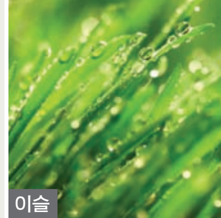
움직 도르래 물체와 함께 움직이면서 사용하는 도르래 ● 317

원뿔 세포 눈의 망막에 있는 색상을 감지하는 세포 ● 64

원소 더 이상 분해되지 않는 물질, 물질의 성질을 나타내는 구성 성분 ● 13


음성 인식 기술


응결

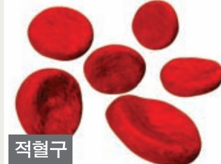

이슬


일기도


자기 습도계


재결정


적운형 구름


적혈구

ㅈ

전리층 대기의 상층부 약 80~500 km 사이에 있는 이온화된 대기의 층. 전파를 반사, 또는 흡수하므로 장거리 무선 통신에 이용됨. ● 123

전선 전선면과 지표면이 만나 이루는 선 ● 163

전선면 차가운 기단과 따뜻한 기단이 만나 형성된 경계면 ● 163

전자 원자에서 원자핵 주위를 돌고 있으며 (−)전하는 가진 입자 ● 29

전해질 소금과 같이 물에 녹아 이온이 생성되어 전류가 흐르는 물질 ● 35

점묘화 점을 찍어서 그린 그림 ● 73

정맥 온몸을 순환하고 다시 심장으로 들어가는 혈관으로, 혈류의 속도가 느리고 판막이 있음 ● 212

정전기적 인력 (+)전하와 (−)전하 사이에 끌어당기는 힘 ● 43

정체 전선 두 기단의 세력이 비슷하여 전선이 거의 움직이지 않고 오랫동안 한 지역에 머무르는 전선 ● 165

조력 발전 밀물과 썰물 때 해수면의 높이 차이를 이용하여 전기 에너지를 얻는 방법 ● 336

조직 모양과 하는 일이 비슷한 세포들의 모임 ● 185

조직액 모세 혈관에서 스며나와 세포와 세포 사이를 채우고 있는 액체 ● 51

종파 매질의 진동 방향이 파동의 진행 방향과 서로 나란한 파동 ● 92

주기 매질이 한 번 진동하는 데 걸리는 시간 ● 94

주기율표 원소를 원자 번호 순으로 나열하여 정리한 표 ● 25

중간권 기권에서 높이가 약 15~80 km인 구간. 높이 올라갈수록 기온이 낮음. ● 122

중금속 납, 카드뮴, 수은 등과 같이 비중이 4.0 이상인 금속 ● 48

중력 질량을 가진 두 물체가 서로 당기는 힘 ● 121

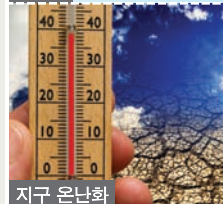
중성자 원자핵에서 전하를 띠지 않고 전기적으로 중성인 입자 ● 30


전리층


중금속(수은)


증발(빨래의 건조)


지구계



지구 온난화


지레


지방


지열 에너지

증류 액체를 가열할 때 나오는 기체를 냉각하여 순수한 액체를 얻는 방법 ● 280

증발 액체 상태의 물질이 끓지 않고 표면에서 기체 상태로 변하는 현상 ● 138

지구계 지권, 수권, 기권, 생물권, 외권이 서로 상호 작용하는 체계 ● 130

지구 온난화 지구의 기온이 높아지는 현상 ● 119, 130

지권 지표면에서 지구 중심까지의 구간 ● 125

지레 막대의 한 점을 받치고 그 받침점을 중심으로 물체를 움직이는 장치 ● 314

지방 생물의 몸을 이루며 에너지원으로 쓰이는 3대 영양소의 하나 ● 189

지열 에너지 지열을 냉난방이나 발전에 이용하는 에너지 ● 336

지용성 바이타민 바이타민 A, 바이타민 D, 바이타민 E, 바이타민 K 등과 같이 지방에 녹는 바이타민 ● 194

직류 전원 전류가 항상 일정한 방향으로 흐르도록 전력을 공급하는 장치 ● 36

진동 물체가 평형 위치를 중심으로 왔다 갔다 하는 운동 ● 89

진동수 1초 동안 매질이 진동한 횟수 ● 94

진폭 진동 중심에서 마루 또는 골까지의 거리 ● 93

ㅊ

착시 눈으로 보는 모습이 실제 모습과 다르게 보이는 현상 ● 65

체순환 혈액이 심장의 좌심실에서 대동맥으로 나와 온몸을 돌아 대정맥을 거쳐 다시 심장의 우심방으로 돌아오는 혈액 순환 ● 221

초점 볼록 렌즈에서 광축에 나란하게 입사한 빛들이 굴절 후 모이는 한 점 ● 83

초점 거리 볼록 렌즈의 중심에서 초점까지의 거리 ● 83

추출 용매를 이용하여 고체나 액체 혼합물에서 특정 성분만 녹아 나오게 하는 것 ● 289

축삭 돌기 다른 신경세포로 신호를 전달하는 신경 섬유 ● 377

층운형 구름 공기가 상승할 때 공기의 상승 운동이 약하여 옆으로 넓게 발달한 구름 ● 148

ㅋ

크로마토그래피 거름종이와 같은 지지대 위로 이동하는 용매를 따라 혼합물의 각 성분 물질들이 이동하는 속도 차를 이용하여 혼합물을 분리하는 방법 ● 294

ㅌ

탄소 나노튜브 탄소 6개로 이루어진 육각형들이 서로 연결되어 긴 관 모양을 이루고 있는 신소재 ● 16

탄수화물 생물의 몸을 이루며 에너지원으로 쓰이는 3대 영양소의 하나 ● 188

태양광 에너지 태양광을 직접 전기 에너지로 변환시키는 방법으로서, 햇빛을 받으면 전기를 발생시키는 태양 전지를 이용함. ● 335

태양열 에너지 태양열의 흡수, 저장, 열 변환 등을 통하여 건물의 냉난방이나 급탕 및 발전 등에 이용되는 에너지 ● 335

태풍 열대 저기압 중 중심 풍속이 17 m/s 이상인 것 ● 166

태풍의 눈 태풍의 중심에 나타나는 하늘이 맑고 바람이 약한 구역 ● 166

트릭 아트 색의 명도나 거리에 따른 착시 현상을 이용하여 감상자의 눈을 속이는 미술 작품 ● 65

틴벨 청소년들은 잘 듣지만 어른들은 잘 듣지 못하는 휴대 전화 벨소리 ● 105

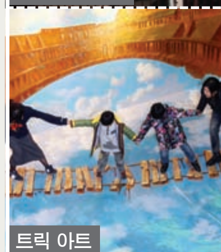

추출

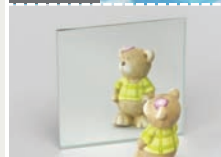

층운형 구름


탄수화물


태양광 에너지


태양열 에너지


트릭 아트


평면 거울


폐기물 에너지

ㅍ

파동 진동이 주위로 퍼져 나가는 현상 ● 89

파동의 굴절 파동이 성질이 다른 매질을 만났을 때 진행 방향이 꺾이는 현상 ● 98

파동의 반사 파동이 장애물을 만나 되돌아 나가는 현상 ● 98

파력 발전 해안으로 들어오는 파도의 에너지를 이용하여 전기 에너지를 얻는 방법 ● 336

파원 파동에서 진동이 처음 시작되는 곳 ● 90

파장 마루와 마루까지의 거리 또는 골과 골까지의 거리 ● 93

판막 심장이나 혈관 속에서 혈액이 거꾸로 흐르는 것을 막는 막 ● 217

퍼센트 농도 전체 용액에 포함된 용질의 질량 비율을 백분율로 나타낸 것 ● 276

편서풍 아열대 고압대에서 아한대 저압대로 부는 바람 ● 159

평면 거울 반사면이 평평한 거울 ● 77

폐 수많은 폐포가 모여서 이루어지며 갈비뼈와 횡격막 사이의 공간에 한 쌍이 존재함. ● 227

폐기물 에너지 여러 가지 폐기물로부터 얻는 에너지 ● 337

폐색 전선 이동 속도가 빠른 한랭 전선이 앞서 있던 온난 전선을 따라잡아 서로 겹쳐진 전선 ● 164

폐순환 혈액이 심장의 우심방에서 폐동맥으로 나가 폐에서 이산화 탄소와 산소를 교환하고, 폐정맥을 지나 다시 좌심방으로 돌아오는 혈액 순환 ● 220

포도당 탄수화물의 기본 단위로서, 물에 잘 녹고 단맛이 나는 단당류 ● 189

포화 상태 공기가 최대한의 수증기를 포함하여 더 이상 수증기를 받아들일 수 없는 상태 ● 139

포화 수증기량 포화 상태의 공기 1 kg 속에 포함된 수증기의 양(g) ● 139

포화 수증기량 곡선 포화 수증기량을 기온별로 나타낸 그래프 ● 140

포화 용액 일정한 온도에서 용질이 용매에 최대로 녹아 있는 상태의 용액 ● 274

표층 순환 표층 해류가 일정한 시간이 지난 후에 다시 제자리로 돌아오는 현상 ● 160

표층 해류 바다의 표면 가까이에서 일정한 방향으로 흐르는 해류 ● 160

풀러렌 탄소 원자가 오각형과 육각형 모양으로 교대로 배열되어 축구공 모양의 구조를 가진 것으로서, 흑연 조각에 레이저를 쏘았을 때 남은 그을음에서 발견된 물질 ● 16

풍력 에너지 바람이 가진 운동 에너지를 이용하여 전기 에너지를 얻는 방법 ● 336

풍속 바람의 속력. 풍속은 1초 동안에 이동한 평균 거리로, 단위는 m/s임. ● 157

풍향 바람이 불어오는 방향. 보통 16방위로 나타냄. ● 157

P파 진행 방향과 나란하게 진동하는 지진파 ● 95

필수 아미노산 체내에서 합성되지 않아 음식물로부터 섭취해야만 하는 아미노산 ● 190

ㅎ

하모니카 입에 물고 부는 소형 관악기 ● 108

한랭 전선 차가운 기단이 따뜻한 기단 쪽으로 이동하면서 따뜻한 기단 밑으로 파고들 때 형성되는 전선 ● 164

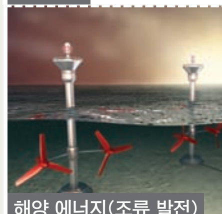
해양 에너지 조력 발전, 파력 발전, 온도차 발전 등 바닷물을 이용한 에너지 ● 336

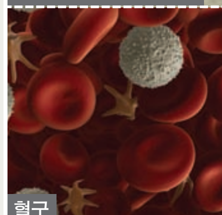
해풍 바닷가에서 낮에 바다 쪽에서 육지 쪽으로 부는 바람 ● 156

헤모글로빈 적혈구 속에 들어 있는 단백질로서, 산소를 운반하는 역할을 함 ● 210


풍력 에너지


하모니카


해양 에너지(조류 발전)


혈구


혼합물


화석 연료


화합물


후각

hPa 기압의 크기를 나타내는 단위. 1 hPa은 1 m^2의 면적에 100 N의 힘이 작용하는 압력의 단위임. ● 153

혈구 혈액의 세포 성분으로서, 적혈구, 백혈구, 혈소판이 있음 ● 207

혈당 혈액 속에 포함되어 있는 포도당 ● 395

혈소판 출혈 부위에 혈액을 응고시켜 더 이상의 출혈을 막는 불규칙한 모양의 세포 조직 ● 211

혈장 혈액에서 혈구를 제외한 액체 성분 ● 207

호르몬 몸에서 분비되는 화학 물질 ● 391

호흡 운동 갈비뼈와 횡격막의 상하 운동에 의해 흉강의 부피를 조절하여 대기의 산소를 받아들이고 체내의 이산화 탄소를 배출하는 과정 ● 226

혼합물 두 가지 이상의 물질이 본래의 성질을 그대로 가지고 섞여 있는 물질 ● 14, 256

홍채 눈으로 들어오는 빛의 양을 조절함. ● 358

홑원소 물질 한 가지의 원소로 이루어진 물질 ● 253

화석 연료 지각에 파묻힌 식물이나 동물의 유해가 오랜 세월에 걸쳐 화석화되어 만들어진 것 ● 332

화소 텔레비전이나 컴퓨터 모니터 등의 화면을 이루는 가장 작은 단위 ● 70

화학식 화합물을 원소 기호와 숫자를 써서 나타낸 것 ● 42

화학 에너지 화학 결합에 의하여 물질 내에 보존되어 있는 에너지 ● 332

화합물 두 가지 이상의 원소가 본래의 성질을 잃어버리고 결합하여 만들어진 새로운 물질 ● 14

황반 망막에서 시각 세포가 많이 모여 있는 부분 ● 357

횡파 매질의 진동 방향이 파동의 진행 방향과 서로 수직인 파동 ● 92

후각 코를 이용하여 기체 상태의 화학 물질을 받아들여 냄새를 맡는 감각 ● 367

흡착 표면에 다른 물질이 달라붙는 것 ● 297

힘점 지레에서 힘이 직접 작용하는 점 ● 315

참고 문헌과 사진 출처



I 물질의 구성

사진 자료

- 44쪽 관석 GCSE Chemistry(1995), Earl B. 외 1저, John Murray Ltd.
- 49쪽 온누리호 한국 해양 연구원

- 뉴스뱅크이미지
  48쪽(중금속 이온이 포함된 폐수), 50쪽(오색 약수터)

- 셔터스톡
  8쪽(불꽃놀이, 라부아지에), 10쪽(공원, 폭죽, 비눗방울), 12쪽(공원), 16쪽(은반지, 알루미늄으로 만든 일회용 그릇, 수은 온도계, 염화 나트륨, 에탄올, 다이아몬드, 흑연), 17쪽(우주, 공기, 인체, 지각), 18쪽(철교, 적혈구, 구리 전선, 로켓), 19쪽(금반지, 수영장, 탄소), 20쪽(돌턴), 22쪽(금속 용접), 26쪽(모래성, 밀가루 반죽), 29쪽(탁구채와 탁구공, 지구), 31쪽(바구니, 사과, 딸기, 오렌지, 탄소, 산소 용접), 32쪽(바닷속), 34쪽(계곡), 43쪽(소금 결정), 44쪽(석회 동굴), 51쪽(사해), 52쪽(루비, 사파이어, 자수정, 광산), 53쪽(납, 수은, 카드뮴 도금), 57쪽(불꽃놀이, 자전거)

참고 문헌 및 인용 자료

- 학생을 위한 화학과 화학자 이야기(2007), 강건일, 참 · 과학
- Chemistry(2005), Antony C. Wilbraham 외 3저, Pearson Prentice Hall
- Chemistry(2012), John E. McMurry 외 1저, Pearson Prentice Hall
- Chemistry(2009), Thomas R. Gilbert 외 3저, W.W.Norton&Company
- Chemical storylines(2000), George Burton 저, Heinemann
- The Alchemy of the Heavens(1996), Ken Crosswell 저, Anchor Books
- Newton HIGHLIGHT 이온과 원소(2011), 강금희 역, ㈜뉴턴코리아
- Science Explorer Chemical Interaction(2007), David V.Frank,Ph.D 외 2저, Pearson Prentice Hall

II 빛과 파동

사진 자료

- 99쪽 기상 레이더 기상청

- 뉴스뱅크이미지
  65쪽(트릭 아트1, 트릭 아트2, 트릭 아트3), 115쪽(골전도 전화)

- 셔터스톡
  58쪽(파도타기, 영), 60쪽(전시회, 등대, 빛의 3원색), 61쪽(풍경, 돋보기 안경), 62쪽(오렌지), 63쪽(태양, 전등, 촛불), 65쪽(배경, 모자), 66쪽(공연 모습), 69쪽(풍선, 브로콜리, 장미, 바나나), 70쪽(액정 화면), 71쪽(LCD 텔레비전, LED), 72쪽(배경, 빛), 73쪽(배경), 74쪽(유리 건축물), 75쪽(등대, 숲 풍경), 76쪽(측면 거울, 손전등), 78쪽(자동차 전조등), 80쪽(콘택트렌즈), 82쪽(물컵 속 빨대), 85쪽(배경), 86쪽(파도타기, 물결, 불꽃), 87쪽(바이올린, 트럼펫, 피아노, 스피커, 돌고래, 사람과 풍선), 89쪽(징, 지진파), 90쪽(동심원 모양의 물결파, 직선 모양의 물결파), 91쪽(불꽃), 96쪽(세인트 폴 대성당), 99쪽(무향실), 100쪽(물), 101쪽(밤하늘), 102쪽(풍경, 매미, 스피커), 104(우주 공간, 싱크로나이즈), 108쪽(피리, 하모니카, 실로폰, 바이올린), 110쪽(건축물 야경, 안테나, 초음파 사진, 음악당), 111쪽(배경), 112쪽(텔레비전, 휴대 전화), 113쪽(LED)

- 유로크레온
  73쪽(그랑자트 섬의 일요일 오후, '르 바 뷔탱' 해변, 괭이질하는 농부), 110쪽(비디오 아트)

- 토픽이미지
  78쪽(성화 채화), 89쪽(리본 체조)

참고 문헌 및 인용 자료

- 힘과 운동 뛰어넘기(속 보이는 물리), 한국 물리학회
- 동아 사이언스(2008), 제1장 힘이라고 다 같은가?
- 물리 법칙으로 이루어진 세상, 정갑수, 양문

MBL 실험 장치 제공

- 한국 과학 진흥 상사
- 한국 사이언스 스타

III 기권과 우리 생활

사진 자료

- 121쪽 광합성 Wikimedia Commons
- 144쪽 실내 운동 (http://postfiles5.naver.net)
- 144쪽 빨래 (http://jungsu19.egloos.com)
- 166쪽 태풍 (http://people.cite.hku.hk)
- 167쪽 해안 파도 (http://ask.nate.com)

- 175쪽 천리안 위성 국가 기상 위성 센터
- 175쪽 천리안 위성이 보내온 사진 (http://www.karischool.re.kr/news/airnews/airnews×02×v.asp?page=1&num=1416&num2=1)

- 기상청

168쪽(위성 관측 자료, 레이더 관측, 일기도 분석), 172쪽(일기도), 173쪽(일기도, 위성 영상, 레이더 영상)

- 셔터스톡

116쪽(지구), 118쪽(지구의 대기), 119쪽(화력 발전소), 120쪽(초원), 122쪽(초원, 기상 현상, 오로라), 124쪽(태양 빛, 태양 전지판), 125쪽(등대), 128쪽(백야), 129쪽(펭귄, 열대 바다), 130쪽(이산화 탄소 대기, 공장 굴뚝, 생물체, 화석 연료, 석회암), 131쪽(초원), 133쪽(공장 굴뚝, 훼손되기 전과 후의 숲), 135쪽(운동, 지구 온난화, 메마른 땅, 산림 파괴, 수자원 고갈, 생물종, 해안 침수), 태양 빛, 무지개, 빨래), 139쪽(야자나무, 겨울 풍경, 폭우), 138쪽(남산, 빨래), 139쪽(가습기), 140쪽(물방울이 맺힌 유리창, 음료수 병), 141쪽(유리창 손자국), 143쪽(폭우, 주전자), 145쪽(안개, 이슬, 상공의 구름), 146쪽(안개 풍경), 151쪽(초원과 호우), 152쪽(풍력 발전기), 153쪽(비행기, 비행기 문), 154쪽(자기 기압계, 에베레스트 산), 156쪽(해안), 157쪽(풍향·풍속계, 파도, 지붕 붕괴, 윈드서핑, 패러글라이딩, 풍력 발전기), 158쪽(사하라 사막, 아마존 밀림), 159쪽(범선, 구름 분포), 161쪽(번개, 사막, 파도, 바람의 피해), 162쪽(우산, 사계절 나무), 164쪽(적란운, 햇무리), 165쪽(처마, 빗물 낙하), 167쪽(바람의 피해, 태풍에 의한 파도), 168쪽(배경 초원, 야외 기상 정보), 171쪽(자동차, 침수), 172쪽(봄 풍경, 여름 풍경, 가을 풍경, 겨울 풍경), 173쪽(비행기 나는 하늘, 여행, 어업, 폭설), 174쪽(어망), 175쪽(전파 안테나)

- 이미지클릭

120쪽(빨래)

참고 문헌 및 인용 자료

- 대기 과학 개론(2009), 한국 기상학회, 시그마프레스
- 대기과학(2009), 안중배 외 역, 시그마프레스
- 지구의 역사(2009), 유리 카스텔프란치 외 1 저, 세용출판
- Geosystems(2001), Robert W. Christopherson 저, Prentice Hall
- Science 101 Weather(2007), Bell 외, Harpercollins

참고 사이트

- 한국 과학 창의 재단 (http://www.kofac.re.kr)
- 기상청 (http://www.kma.go.kr)
- 한국 항공 우주 연구원 카리 스쿨 (http://www.karischool.re.kr)

IV 소화 · 순환 · 호흡 · 배설

사진 자료

- 180쪽 에이크만 (http://en.wikipedia.org)
- 211쪽 헌혈 포스터 대한 적십자사 혈액 관리 본부 (http://www.bloodinfo.net/promotion×poster.do)
- 214쪽 손 혈관 바이오 인식 Techsphere(http://www.tech-sphere.com/index.asp)
- 215쪽 하지 정맥류 (http://blog.daum.net/5437113/12182550)
- 219쪽 갈레노스 (http://www.skepticalleft.com)
- 219쪽 하비 (http://en.wikipedia.org)
- 219쪽 하비의 실험 (http://www.sciencephoto.com)

- 셔터스톡

180쪽(암벽 등반), 183쪽(떠먹는 요구르트, 심장), 184쪽(나무, 잎 현미경, 줄기 현미경), 188쪽(음식, 벼), 190쪽(물음표, 우주인), 191쪽(감자튀김), 194쪽(과일), 195쪽(물), 196쪽(가마우지, 하늘), 198쪽(밥), 201쪽(위, 헬리코박터균), 204쪽(수건, 소장 모형), 207쪽(원심 분리, 혈액), 212쪽(도로), 213쪽(혈압 측정), 217쪽(청진기), 222쪽(맥박, 마라톤), 224쪽(잠수부, 호흡기, 산소 마스크, 스틱 시험지, 조각상, 기포), 227쪽(포도), 228쪽(풍선), 236쪽(분리수거통), 237쪽(요검사 용기, 탄수화물, 지방, 단백질), 241쪽(스틱 시험지, 원심 분리기), 242쪽(암벽 등반)

□ 이미지클릭

194쪽(각기병, 구루병), 202쪽(대장), 204쪽(소장의 안쪽 벽, 소장의 융털), 227쪽(기관의 섬모), 234쪽(고산 지대)

□ 토픽이미지

194쪽(골다공증)

□ 뉴스뱅크이미지

206쪽(헌혈)

참고 문헌 및 인용 자료

□ 인체(2010), 스티브 파커 외 1저, 박경한 외 4역, 사이언스북스

□ Biology(2007), William D. Schraer 저, Pearson Prentice Hall

□ 과학향기(http://scent. ndsl. kr)

MBL 실험 장치 제공

□ 한국 과학 진흥 상사

V 물질의 특성

사진 자료

□ 253쪽 금속 나트륨, 염소 Science Explorer Chemical Interaction(2007), David V.Frank,Ph.D 외 2저, Pearson Prentice Hall(L 24쪽)

□ 268쪽 과일 세척 (http://www.aprettylifeinthesuburbs.com)

□ 284쪽 사금 채취 Chemistry(2005), Antony C. Wilbraham 외 3저, Pearson Prentice Hall

□ 285쪽 수동식 풍구 농업 박물관

□ 297쪽 숯 표면 확대 (http://rutor.egloos.com/2006906)

□ 셔터스톡

248쪽(원유 공장), 250쪽(겨울 산, 끓는 물), 251쪽(탄산음료), 252쪽(텔레비전, 주스), 253쪽(황, 은, 황화 은, 염화 나트륨), 254쪽(가루), 255쪽(철의 연성), 256쪽(사이다, 식초, 간장, 설탕물, 오렌지 주스), 257쪽(공기, 스테인리스강, 혈액, 화강암, 합금), 258쪽(금 장식품, 금 주물), 261쪽(유리), 262쪽(라면, 물의 끓음), 266쪽(감자튀김), 267쪽(가스불), 270쪽(풍선), 271쪽(잠수함, 실내 수영장, 바다, 사해), 272쪽(소금 기둥), 273쪽(물), 278쪽(배경), 280쪽(하늘), 284쪽(달걀, 병아리), 287쪽(오일 펜스, 원심 분리기), 289쪽(차), 290쪽(염전), 291쪽(투석), 295쪽(실린더), 301쪽(콜라, 주유, 플라스틱)

□ 토픽이미지

255쪽(자석), 261쪽(염화 칼슘 살포), 277쪽(가축 질식), 284쪽(사금 채취), 285쪽(키), 294쪽(높이뛰기), 297쪽(간장 숯, 실내 숯)

□ 유로크레온

255쪽(각설탕 1개, 각설탕 3개), 258쪽(버터의 가열), 267쪽(일회용 가스라이터), 261쪽(부동액 주입), 285쪽(키질하는 농부)

□ 이미지클릭

281쪽(소줏고리), 289쪽(한약), 290쪽(천일염, 정제 소금), 300쪽(소줏고리)

□ 뉴스뱅크이미지

271쪽(래프팅)

참고 문헌 및 인용 자료

□ 상위 5%로 가는 화학 교실 1(2010), 신학수 외 6저, (주)위즈덤 하우스

□ 만화로 끝내는 과학 교과서(2011), 한재필, 어진교육

□ Science Explorer Chemical Interaction(2007), David V.Frank,Ph.D 외 2저, Pearson Prentice Hall

□ CRC Handbook of Chemistry and Physics 89th(2009), David R. Lide, CRC Press

VI 일과 에너지 전환

사진 자료

□ 348쪽 원자력 발전 한국 수력 원자력

□ 뉴스뱅크이미지

307쪽(역도, 양궁), 329쪽(시화호)

□ 셔터스톡

302쪽(풍력 발전, 줄), 304쪽(사람 모형), 305쪽(굴착기, 치타, 사이클, 폭포, 스카이다이버), 306쪽(시계 내부), 307쪽(스카이다이빙), 309쪽(와트), 310쪽(물레방아, 엘리베이터, 자동차, 풍력 발전), 311쪽(배경, 바퀴), 317쪽(기중기), 318쪽

(피라미드, 산길, 계단, 나사 못), 319쪽(운동, 발목), 321쪽(요트), 322쪽(하늘, 수력 발전소), 323쪽(새 알), 328쪽(스피커, 가스레인지, 전선, 빛). 329쪽(지열 발전, 태양광 발전, 하이브리드 자동차, 배경), 330쪽(여러 가지 발전), 332쪽(화학 에너지, 빛에너지), 333쪽(열에너지, 소리 에너지, 전기 에너지), , 334쪽(숲 배경, 도로), 335쪽(물 분자 모형, 태양열 에너지, 태양광 에너지), 336쪽(지열 에너지, 해양 에너지, 수력 에너지, 풍력 에너지), 341쪽(전구, LED), 345쪽(여러 가지 에너지), 346쪽(태양열 · 태양광 · 바이오 · 풍력 · 수력 · 지열 에너지), 348쪽(수력 발전, 풍력 발전), 349쪽(노트), 426쪽(상상도)

□ 유로크레온

334쪽(연료 전지 버스)

□ 이미지클릭

324쪽(물레방아), 339쪽(영국의 베드제드)

□ 토픽이미지

312쪽(수원화성), 337쪽(아이들), 341쪽(텔레비전 시청)

참고 문헌 및 인용 자료

□ College Physics, Giambattista (2007), 김용은 역, 북스힐
□ 수학없는 물리(Conceptual Physics), Paul G. Hewitt(2010), 김인묵 외 역, Pearson Education Korea
□ 수학 없는 기초 물리, Paul G. Hewitt (2010), 엄정인 역, 홍릉 과학 출판사
□ 대학 일반 물리학, DAVID HALLIDAY(2011), 고려대학교 물리학과 역, 범한서적
□ 재미있는 생활 속의 물리 여행, JIM JARDINE(2001), 물리 교재 편찬 위원회 역, 한승
□ 물리가 물렁물렁, 닉 아놀드(1997), 김영사
□ 사이언스 올 (http://www.scienceall.com)
□ 물리학 연구 정보 센터 (http://icpr.or.kr)
□ 한국 교육 학술 정보원 (http://www.edunet4u.net)

MBL 실험 장치 제공

□ 한국 사이언스 스타

VII 자극과 반응

사진 자료

□ 358쪽 홍채 인식 장치 (주)아이락글로벌(http://www.i−lockglobal.com)
□ 361쪽 3D 카메라 (http://thecriticalview.com)
□ 373쪽 미녀와 야수 (http://www.mediamob.co.kr)
□ 376쪽 스티븐 호킹 (http://nationalpost.tumblr.com)
□ 395쪽 인슐린 펌프 (http://www.input.me.uk)
□ 397쪽 로버트 워드로 믿거나 말거나 박물관 - 제주 (http://www.ripleysjeju.com)
말단 비대증 사람의 손과 정상인의 손 (http://www.fipapatients.org/disorders/sporadicpituitaryadenomas)

□ 굿이미지

350쪽(파블로프)

□ 뉴스뱅크이미지

350쪽(이용대 선수), 368쪽(탐지견)

□ 셔터스톡

352쪽(김연아 선수, 귀, 보드 타는 사람), 353쪽(손), 357쪽(황반과 맹점), 358쪽(서울 N타워, 조리개, 카메라), 362쪽(박쥐), 364쪽(비행기, 자동차), 365쪽(고래), 369쪽(고추), 371쪽(점자, 촉점, 압점, 통점, 냉점), 372쪽(커피), 373쪽(미녀와 야수), 374쪽(뉴런), 375쪽(휠체어, 빗자루), 379쪽(스케이팅), 380쪽(자전거 탄 사람), 381쪽(잔디), 382쪽(손), 383쪽(농구, 과일), 385쪽(골키퍼), 386쪽(치과 치료), 387쪽(폭발), 388쪽(혈당 체크기), 390쪽(노부부), 393쪽(번지 점프), 395쪽(인슐린), 396쪽(난방기), 399쪽(메달, 트랙), 401쪽(비행기), 402쪽(갑상샘), 403쪽(쓰레기 소각)

□ 이미지클릭

389, 398쪽(갑상샘종)

참고 문헌 및 인용 자료

□ 인체(2010), 스티브 파커 외 1저, 박경한 외 4역, 사이언스북스
□ Biology(2007), William D. Schraer 저, Pearson Prentice Hall
□ 동물 상식을 뒤집는 책(2011), 존 로이드 외 1저, 전대호 역, 북하우스 퍼블리셔스
□ 과학향기(http://scent. ndsl. kr)
□ 인터넷 한국 일보 기사 인용

집필진(집필 단원)

이상인 (Ⅳ) 서울대학교 사범대학 생물교육과 졸업
서울대학교 대학원 생물교육과 졸업(석사)
(현) 강일고등학교 교사

조봉제 서울대학교 사범대학 물리교육과 졸업
서울대학교 대학원 물리교육과 졸업(박사)
(현) 송파공업고등학교 교사

전병희 (Ⅱ, Ⅵ) 서울대학교 사범대학 물리교육과 졸업
서울대학교 대학원 물리교육과 졸업(석사)
(현) 현대고등학교 교사

남경식 (Ⅱ) 서울대학교 사범대학 물리교육과 졸업
서울대학교 대학원 물리교육과 졸업(박사)
(현) 세종과학고등학교 교사

황성용 서울대학교 사범대학 화학교육과 졸업
(현) 인헌고등학교 교사

김영호 (Ⅰ) 서울대학교 사범대학 화학교육과 졸업
(현) 신목고등학교 교사

어진영 (Ⅴ) 서울대학교 사범대학 화학교육과 졸업
서울대학교 대학원 화학교육과 졸업(석사)
(현) 서울과학고등학교 교사

노동규 서울대학교 사범대학 화학교육과 졸업
(현) 인창고등학교 교사

김규태 (Ⅳ) 서울대학교 사범대학 생물교육과 졸업
서울대학교 대학원 생물교육과 졸업(석사)
(현) 서울과학고등학교 교사

백승용 (Ⅳ) 서울대학교 사범대학 생물교육과 졸업
서울대학교 대학원 생물교육과 졸업(석사)
(현) 서울과학고등학교 교사

김찬우 (Ⅳ, Ⅶ) 서울대학교 사범대학 생물교육과 졸업
연세대학교 교육대학원 공통과학교육과 졸업(석사)
(현) 서울사대부설여자중학교 교감

김영귀 (Ⅲ) 서울대학교 사범대학 지구과학교육과 졸업
(현) 신목고등학교 교사

박래원 서울대학교 사범대학 지구과학교육과 졸업
(현) 노일중학교 교사

신석주 서울대학교 사범대학 지구과학교육과 졸업
한국교원대학교 교육대학원 지구과학교육과 졸업(석사)
(현) 구일고등학교 교사

권오성 (Ⅲ) 서울대학교 사범대학 지구과학교육과 졸업
한국교원대학교 교육대학원 지구과학교육과 졸업(석사)
(현) 독산고등학교 교사

인정심의진

• 기초조사 위원

박평헌 경복여자고등학교 교사
이화영 개봉중학교 교사
양미란 창천중학교 교사
정부근 동국대학교 부설고등학교 교사

• 본심사 위원

김원숙 장원중학교 교장
이인덕 문창중학교 교사
배영아 이화여자외국어고등학교 교사
이창수 봉화중학교 교사
서재현 상원중학교 교사
조용현 풍문여자고등학교 교사

※ 이 도서는 '한국과학창의재단'에서 감수를 실시하였음.

만든 사람들

개발 책임 우상원
편집 김영우, 김용하, 김혜연, 목진재, 서희정, 손익희, 신선미, 유미현, 이근표, 이윤신
디자인 선앤미디어
실험 동영상 최은정
전자저작물 상록영상
소품 (주)사이언스스타
MBL (주)한국과학
삽화 김기권, 김윤희
사진 다홍스튜디오
컷 김상준, 이도훈, 추교중

서울특별시교육청에서 2012년 8월 31일 인정 승인을 하였음.

중학교 과학 ②

2013. 3. 1. 초판 발행 2014. 3. 1. 2쇄 발행 정가 원
지은이: 이상인 외 14인
발행인: (주)지학사 서울특별시 마포구 신촌로 6길 5
인쇄인: (주)벽호 경기도 파주시 한빛로 43

교과서에 대한 문의 사항이나 의견이 있는 분은 한국교과서연구재단이 운영하는 **교과서민원바로처리센터**(전화: 1566-8572, 누리집 주소: http://www.textbook114.com 또는 http://www.교과서114.com)에 문의하여 주시기 바랍니다.

이 도서에 게재된 저작물에 대한 보상금은 문화체육관광부장관이 정하는 기준에 따라 **사단법인 한국복제전송저작권협회**(전화 02-2608-2800, 누리집 주소 http://www.korra.or.kr)에서 저작재산권자에게 지급합니다.

내용 관련 문의: (주)지학사 콘텐츠본부 과학팀 전화 02-330-5470 전송 02-325-8009
공급 업무 대행: 사단법인 한국검인정교과서 경기도 파주시 조리읍 당재봉로 29-28
개별 구입 문의: 누리집 주소 http://www.ktbook.com 전화 02-3663-5409~12 (사)한국검인정교과서
누리집 주소 http://www.jihak.co.kr 전화 02-330-5302 (주)지학사

ISBN 978-89-05-03970-7 53400